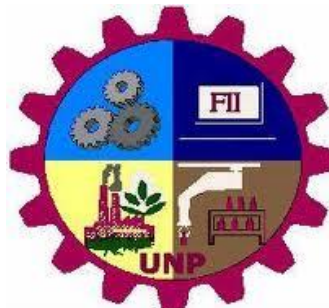


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS



**“MEJORA DEL PROCESO DE PALETIZADO PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE
SOPLADO SIDEL SBO10 EN CBC PERUANA – PLANTA
SULLANA”**

PRESENTADA POR EL BACHILLER:
GONZALES SUNCIÓN ARNOLD MARIO
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
PROCESOS INDUSTRIALES

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
**OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN
DE BIENES Y SERVICIOS**

Piura - 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

**“MEJORA DEL PROCESO DE PALETIZADO PARA INCREMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE SOPLADO SIDEL SBO10
EN CBC PERUANA – PLANTA SULLANA”**



Bach. GONZALES SUNCION ARNOLD MARIO

Tesista



MSc. CRISANTO PALACIOS VICTOR ENRIQUE

Asesor



MSc. MADRID GUEVARA FERNANDO

Co – Asesor

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo: **GONZALES SUNCIÓN ARNOLD MARIO**, identificado con **DNI N° 71772632** egresado de Facultad De Ingeniería Industrial, Escuela Profesional De Ingeniería Industrial, domiciliado en Urb. E.L.A. 2da etapa Mz K-23 – Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Celular: 949138037.

Email: **amgs.arbold@gmail.com**

“MEJORA DEL PROCESO DE PALETIZADO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE SOPLADO SIDEL SBO10 EN CBC PERUANA – PLANTA SULLANA”

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor. En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 01 de Octubre del 2018



.....
DNI N° 71772632|

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

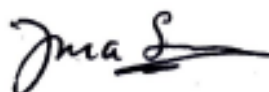
**“MEJORA DEL PROCESO DE PALETIZADO PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE SOPLADO
SIDEL SBO10 EN CBC PERUANA – PLANTA SULLANA”**



Dr Luciano Castillo Torres
Presidente del Jurado Calificador



MSc. Dubert Reyes Vásquez
Secretario del Jurado Calificador



MBA. Jorge Florentino Ma San Zapata
Vocal del Jurado Calificador



ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS

Expediente N° 1485 / 2017



Los miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Sustentación de Tesis nombrado con Resolución N° 522-CF-FII-UNP-17 de fecha 25/08/2017 que suscriben, se reunieron en acto público en la sala de exposiciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, el día 27 de Septiembre del 2018 a las 11:30 am, para evaluar la defensa de la Tesis titulada "MEJORA DEL PROCESO DE PALETIZADO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE SOPLADO SIDEL SOB10 EN CBC PERUANA – PLANTA SULLANA", presentada por el Bachiller ARNOLD MARIO GONZÁLES SUNCIÓN y asesorado por el MBA. VÍCTOR ENRIQUE CRISANTO PALACIOS y co-asesorado por el MSc. FERNANDO MADRID GUEVARA.

Después de haber calificado el Informe Final de la Tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara APROBADO para optar el Título de INGENIERO INDUSTRIAL con el puntaje de 84, que corresponde al calificativo de SOBRESALIENTE.

Calificación	Jurado				Puntaje Promedio
	Presidente	Secretario	Vocal		
Documento (Max 60 puntos)	48	48	51		49
Sustentación (Max 40 puntos)	35	32	38		35
PUNTAJE TOTAL	83	80	89		84

En consecuencia, el sustentante queda en condición de recibir el Título Profesional que se indica, conferido por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura de conformidad con las Normas Estatutarias y la Ley Universitaria en vigencia.

Ciudad Universitaria, 27 de Septiembre del 2018

Dr. LUCIANO CASTILLO TORRES	MSc. DUBERT REYES VÁSQUEZ	MBA. JORGE FLORENTINO MA SAN ZAPATA
PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL

DEDICATORIA

A Dios,

Por regalarme la oportunidad de disfrutar de la vida, por acompañarme en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón, iluminar mi mente y por haber puesto a las personas correctas en el camino de mi educación personal y profesional.

A Flor,

Sin con quien yo nadie sería, por su amor, por creer en mí, por ser el pilar fundamental de mi desarrollo y por su incondicional e infinito apoyo, puesto todo lo que soy es gracias a su esfuerzo y su amor.

A Alberto,

Por la pasión, constancia y perseverancia que tiene por salir adelante, por ser mi ejemplo de superación, por mostrarme el camino hacia el desarrollo y por su amor hacia mí y mi familia.

A Anderson,

Por inspirarme a ser mejor persona cada día, por su paciencia, por darle felicidad y alegría a mi hogar y por qué espero ser su ejemplo de esfuerzo y crecimiento personal y profesional.

A todos ellos, gracias por ser parte de mi familia, los amo.

AGRADECIMIENTOS

A mis abuelos Hortencia, Cándida y Juan por sus cuidados y preocupación por mi salud y crecimiento. Por brindarme las fuerzas necesarias para salir adelante, por su total apoyo, estaré eternamente agradecido de haber sonreído junto a ustedes.

Al equipo de trabajo de CBC Peruana: jefes, coordinadores y el equipo de operación, por enseñarme el camino hacia el alcance de objetivos y la excelencia profesional. En especial a Cesar Zúñiga, Gustavo Ortiz y Erick Espinoza por creer en mí y permitirme crecer profesionalmente.

A mis asesores M. Sc. Fernando Madrid Guevara y M. Sc. Víctor Crisanto Palacios por sus enseñanzas y apoyo brindado en el desarrollo del presente estudio y por ser parte fundamental en mi crecimiento profesional.

A mi familia y amigos quienes son fuente de motivación e inspiración para mi constante superación.

ÍNDICE GENERAL

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	2
1.2.1. JUSTIFICACIÓN	2
1.2.2. IMPORTANCIA	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	6
2.2.1. Importancia de la productividad	6
2.2.2. Estudio de tiempos.....	8
2.2.2.1. Requerimiento del estudio de tiempos.....	8
2.2.2.2. Equipo para el estudio de tiempos.....	9
2.2.2.3. Elementos del estudio de tiempos	10
2.2.2.4. Cursograma Analítico	14
2.2.3. Estudio de movimientos: El diseño de la estación de trabajo	17
2.2.3.1. Diseño de la estación de trabajo	17
2.2.3.2. Principios de la economía de movimientos.....	17
2.2.4. El tiempo estándar	18
2.2.4.1. Suplementos y holguras	19
2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS	26
2.4. MARCO REFERENCIAL	28
2.4.1. CBC PERUANA S.A.C.	28
2.4.2. Proceso de soplado SIDEL.....	30
2.4.3. Proceso de Paletizado	33
2.4.4. Línea SIDEL SBO10	33
2.5. HIPÓTESIS	35
2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	35

2.5.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	35
2.6.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	38
3.	DESARROLLO METODOLÓGICO	40
3.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	40
3.3.	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.4.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.5.	SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.6.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	41
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	42
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1.	DIAGNÓSTICO DE ACTIVIDADES QUE CAUSAN RETRASOS EN LA LÍNEA SIDEL SBO10	44
4.1.1.	Descripción del proceso	44
4.1.1.1.	Funcionamiento de Sopladora SIDEL SBO10 en CBC PLANTA SULLANA.....	44
4.1.1.2.	Cursograma sistema actual N°01.....	47
4.1.1.3.	Cursograma sistema actual N°02.....	48
4.1.1.4.	Cursograma sistema actual N°03.....	49
4.1.1.5.	Cursograma sistema actual N°04.....	50
4.1.1.6.	Cursograma sistema actual N°05.....	51
4.1.1.7.	Resumen de cursogramas del sistema actual	52
4.1.1.8.	Indicadores de línea SIDEL SBO10. Sistema actual.....	53
4.2.	REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PALETIZADO EN LA LÍNEA SIDEL SBO10	55
4.2.1.	Plan de acción para reducir tiempo de paletizado.	55
4.2.2.	Aplicación del estudio de movimientos.	61
4.2.2.1.	Cursograma sistema propuesto N°01.....	64
4.2.2.2.	Cursograma sistema propuesto N°02.....	65
4.2.2.3.	Cursograma sistema propuesto N°03.....	66
4.2.2.4.	Cursograma sistema propuesto N°04.....	67
4.2.2.5.	Cursograma sistema propuesto N°05.....	68
4.2.2.6.	Cursograma sistema propuesto N°06.....	69
4.2.2.7.	Resumen de cursogramas del sistema propuesto	70

4.2.2.8.	Indicadores de Línea SIDEL SBO10. Sistema propuesto	72
4.2.2.9.	Comparación Sistema Actual – Sistema Propuesto.....	73
4.3.	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PALETIZADO EN LA LÍNEA SIDEL SBO10.....	75
CONCLUSIONES		77
RECOMENDACIONES		78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		79
ANEXOS.....		81
ANEXO N°1.....		81
ANEXO N°2.....		82
ANEXO N°3.....		83
ANEXO N°4.....		84
ANEXO N°5.....		85
ANEXO N°6.....		86
ANEXO N°7.....		87
ANEXO N°8.....		88
ANEXO N°9.....		89
ANEXO N°10.....		90
ANEXO N°11.....		91
ANEXO 12.....		99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.3 Número de ciclos a observar.....	13
Tabla 2.4 Holguras y Suplementos	23
Tabla 2.1 Formato y velocidades de sopladoras.....	30
Tabla 2.2 Nomenclatura y velocidades	31
Tabla 3.1 Identificación y operacionalización de las variables	38
Tabla 3.1: Técnicas de Instrumentos	42
Tabla 4.1 SBO10 vs Paletizado	46
Tabla 4.2 Operario N°01. Sistema actual.....	47
Tabla 4.3 Operario N°2. Sistema actual.....	48
Tabla 4.4 Operario N°03. Sistema actual.....	49
Tabla 4.5 Operario N°04. Sistema actual.....	50
Tabla 4.6 Operario N°05. Sistema actual.....	51
Tabla 4.7 Resumen de cursogramas	52
Tabla 4.8 Indicadores de SIDEL SBO10	53
Tabla 4.9 Plan de acción para reducir tiempos muertos	59
Tabla 4.10 Operario N°01. Sistema propuesto.....	64
Tabla 4.11 Operario N°02. Sistema propuesto.....	65
Tabla 4.12 Operario N°03. Sistema propuesto.....	66
Tabla 4.13 Operario N°04. Sistema propuesto.....	67
Tabla 4.14 Operario N°05. Sistema propuesto.....	68
Tabla 4.15 Operario N°06. Sistema propuesto.....	69
Tabla 4.16 Resumen de cursograma. PROPUESTA	70
Tabla 4.17 Indicadores del sistema propuesto.....	72
Tabla 4.18 Sistema Actual vs Sistema Propuesto.....	73
Tabla 4.19 SBO10-Paletizado. PROPUESTA	74
Tabla 4.20 Tiempo Estándar del sistema de paletizado	75
Tabla 4.21 Holguras en SBO10.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Oportunidades de ahorro a través de la ingeniería de métodos.....	7
Figura 2.2 Tipos de holguras.....	21
Figura 2.3 Logo de CBC	28
Figura 2.4 Organigrama CBC Planta Sullana	29
Figura 2.5 Logo de SIDEL.....	31
Figura 4.1. Oportunidades identificadas para reducción de tiempo.	55
Figura 4.2 [ANTES] Colocar separador.....	61
Figura 4.3 [AHORA] Colocar separador	62
Figura 4.4 [ANTES] Armandos completos de pallet	62
Figura 4.5 [AHORA] No se detiene paletizado.	63
Figura 4.6 Aplicación de estudio de movimientos	71

RESUMEN

La empresa CBC PERUANA, adquirió una sopladora de botellas SIDEL SBO10 MATRIX, la cual fue instalada en la Planta embotelladora de debidas de Sullana, ubicada en el centro poblado Cieneguillo en la provincia de Sullana, departamento de Piura, con la finalidad de aumentar la capacidad de producción y satisfacer oportunamente la demanda que el mercado actual exige. Sin embargo, esta sopladora no alcanzaba la productividad esperada debido a dificultades en el proceso de paletizado de botellas, cuya actividad consiste en colocar ordenadamente las botellas obtenidas sobre un pallet para facilitar su almacenaje y transporte, lo cual generaba paros en el proceso.

La finalidad del presente estudio es identificar las actividades que causan paros en el proceso de paletizado, reducir el tiempo de armado de pallets y estandarizar el procedimiento, ocasionando así el incremento de la productividad de la línea de soplado SIDEL SBO10. Se utilizó el estudio de tiempos y la aplicación de la ingeniería de movimientos para lograr identificar y aplicar las oportunidades de mejora en el proceso de paletizado, para luego medir y estandarizar los tiempos de las actividades definidas.

Se logró la reducción del tiempo de armado de un pallet en un 34.18% respecto al tiempo anterior, con la cual la productividad fue de 93.28%, aumentando en un 26.61% más que la productividad antes de la aplicación del presente estudio. Además, se estableció el procedimiento de paletizado con actividades y tiempos estandarizados, para así lograr beneficios económicos significativos, reducción de costos, atendimento oportuno a la demanda de los clientes y sobre todo aumentando las posibilidades de crecimiento sostenible de la empresa.

Palabras clave: Productividad, Ingeniería de movimientos, Línea de proceso, Paletizado.

ABSTRACT

The company CBC PERUANA, acquired a SIDEL SBO10 MATRIX bottle blower, which was installed in the Sullana bottling plant, located in the Cieneguillo town center in the province of Sullana, department of Piura, to increase the capacity of production and timely meet the demand that the current market demands. However, this blower did not reach the expected productivity because of difficulties in the process of palletizing bottles, whose activity consists in orderly placing the bottles obtained on a pallet to facilitate their storage and transport, which generated stoppages in the process.

The purpose of this study is to identify the activities that cause stoppages in the palletizing process, reduce the assembly time of pallets and standardize the procedure, causing increasing the productivity of the SIDEL SBO10 blow line. The study of times and the application of the movement engineering were used to identify and apply the improvement opportunities in the palletizing process, to then measure and standardize the times of the defined activities.

The reduction of the assembly time of a pallet was achieved by 34.18% compared to the previous time, also the productivity was 93.28%, increasing by 26.61% more than the productivity before the application of the present study. Additionally, the palletizing procedure was established with standardized activities and times, in order to achieve significant economic benefits, cost reduction, timely response to customer demand and, above all, increasing the company's possibilities for sustainable growth.

Keywords: Productivity, Movement engineering, Process line, Palletizing

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El mercado de bebidas gaseosas y agua de mesa en el Perú ha tenido un crecimiento anual de 8.50% (INEI, 2012). Para lograr sostenibilidad, las industrias necesitan contar con los equipos y herramientas necesarias para satisfacer la demanda de los mercados. En este sentido para conseguir embotellar una bebida, existe el proceso previo de soplado de botellas, el cual ha ido desarrollándose hasta alcanzar procesos innovadores y con alta tecnología. Actualmente en el mercado mundial existen sopladoras con una capacidad de 1200% por encima de las primeras sopladoras fabricadas en la década de los noventa.

En CBC PERUANA - PLANTA SULLANA, se encuentra la sopladora SIDEL SBO10, con una capacidad de soplado de 22500 botellas por hora. Luego del soplado, continúa el proceso de paletizado, cuya actividad consiste en colocar ordenadamente las botellas obtenidas sobre un pallet para facilitar su almacenaje y transporte.

Actualmente la línea SIDEL SBO10 tiene una improductividad mensual de 42.97% en promedio (FUENTE: CBC PERUANA SAC.) lo que equivale a una capacidad de paletizado de 15170 botellas por hora. esto debido a que no se tiene balanceada la línea de producción, además existen tiempos muertos y no se tiene estándares para las actividades que realiza cada operario, a estas deficiencias se añade condiciones de trabajo no ergonómicas e insuficiencias de materiales y herramientas usadas durante el proceso productivo.

Esta situación trae consigo resultados económicos negativos para la empresa, puesto que no se aprovechan correctamente los recursos, se produce despilfarro de horas-hombre, se genera sobretiempo los días feriados y se consume energía de manera deficiente. De continuar así, la productividad se verá reducida y los costos de producción elevados, lo que pondría en riesgo el crecimiento de la empresa.

Por lo descrito anteriormente, la presente investigación aprovecha los conocimientos del estudio de trabajo, el cual contiene una serie técnicas empleadas para

resolver los problemas mencionados. Dentro de éstos se encuentra el estudio de tiempos y movimientos, el cual se usará para aumentar la productividad de la línea SIDEL SBO10, identificando las actividades que causan retrasos, reasignando técnicas y recursos a la línea de producción y determinando los indicadores de producción en comparación a los obtenidos antes de realizar el presente estudio.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.2.1. JUSTIFICACIÓN

CBC PERUANA SAC. es una embotelladora con muchos años de trayectoria en el rubro de consumo masivo, con una participación importante en el mercado de alimentos y bebidas, dedicada específicamente al embotellado de marcas reconocidas nacional e internacionalmente.

Dentro de sus instalaciones, tenemos tres líneas de envasado: LÍNEA 1 PET, LÍNEA 2 PET y LÍNEA 3 VIDRIO. Además, dos líneas de soplado: SIDEL SBO04 y SIDEL SBO10, esta última teóricamente tiene la mayor capacidad de producción de todas las líneas, superando en un 25% a la segunda de mayor capacidad (LÍNEA 1 PET); sin embargo, en la realidad esto no ocurre, puesto que el sistema de paletizado es ineficiente, lo que genera sobre costos de producción ya que se propician horas extras y se desaprovecha recursos: materia prima y horas hombres.

SIDEL SBO10 (capacidad de 22500 botellas por hora) inició sus actividades el 27 de enero de 2017, es importante mencionar que antes de ésta, se tenía la línea SIDEL SBO08 (capacidad de 14400 botellas por hora) con tres turnos rotativos en jornadas laborales de ocho horas por turno. Dos de estos tenían cinco operarios por turno y el restante, cuatro operarios. Se identificó que no se tenía improductividad con el sistema de paletizado en SIDEL SBO04 y se asignó los recursos hombre de SIDEL SBO04 a SIDEL SBO10 adoptando el mismo sistema de paletizado, es aquí que se identificaron los problemas en esta parte del proceso, intensificados cuando se tiene cuatro personas por turno.

Por todo lo descrito anteriormente, se considera que el estudio de tiempos y movimientos puede ser una técnica fundamental para resolver esta situación, partiendo desde la homogenización de la cantidad de personas, diagnosticando las actividades que generan retrasos, determinando las actividades y los tiempos estándares y dotando a los operarios de las herramientas y recursos necesarios para sus actividades. Así se logrará reorganizar los grupos y se definirá una metodología a seguir que marcará la mejora del proceso productivo de SIDEL SBO10.

1.2.2. IMPORTANCIA

La presente investigación es importante puesto que determinar las actividades y tiempos estándares del proceso de paletizado en la línea SIDEL SBO10, además del rediseño del sistema de paletizado, incrementará la productividad y se dispondrá de mayor cantidad de envases disponibles para el proceso de embotellado.

El estudio de tiempos y movimientos permite evaluar y comparar indicadores de suma relevancia en los procesos productivos como son cantidades producidas, eficiencia, saturación y tiempos muertos, lo que se traduce en una gestión eficiente de la productividad.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Incrementar la productividad de la línea de soplado SIDEL SBO10 mediante la mejora del proceso de paletizado en CBC PERUANA – PLANTA SULLANA.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diagnosticar las actividades que causan retrasos en la línea SIDEL SBO10.

Reducir el tiempo de paletizado en la línea SIDEL SBO10.

Estandarizar el proceso de paletizado de la línea SIDEL SBO10.

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se desarrolló en el centro poblado Cieneguillo, provincia Sullana (Piura, Perú), en las instalaciones de una planta embotelladora de bebidas llamada CBC Peruana – Planta Sullana, durante el período Setiembre 2017 hasta Abril 2018.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Palacios (2016) realizó la investigación Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad del proceso de mango en la agroexportadora SUNSHINE EXPORT S.A.C., desarrollada para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, teniendo como objetivo: Realizar un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la línea de producción de mango en la agroexportadora SUNSHINE EXPORT S.A.C., utilizando el estudio de tiempos y movimientos, llegando a la conclusión de que al redistribuir y los recursos de la línea de *Mango Ckunks*, , la productividad aumentó en un 36.25% y recomendando adicionar un transportador en forma de túnel adicional para mejorar el porcentaje de saturación y la eficiencia.

El aporte de esta investigación se da en la parte del objetivo específico: Identificar actividades que causan retrasos en la línea de producción mediante los diagramas de procesos. Esto debido a que se utiliza la metodología del diagrama de procesos para mostrar y evaluar las oportunidades a tomar en cuenta para rediseñar el método de trabajo y, en consecuencia, aumentar la productividad.

Acuña (2012) realizó el estudio Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructura de mototaxis aplicando la metodología 5's e ingeniería de métodos, desarrollada para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, teniendo como objetivo: evaluar y proponer mejoras para el incremento de la capacidad de producción del proceso mediante el rediseño de la organización del trabajo, los métodos de trabajo y puestos de producción, utilizando la metodología 5's y la ingeniería de métodos, llegando a la conclusión de que las mejoras realizadas con el estudio de métodos, eliminando tiempos muertos e instalando un dispositivo puente grúa para la descarga de chasis, incrementa la productividad en 13.1% y recomendando contratar una empresa proveedora de tubos para eliminar operaciones e inspecciones y con ello conseguir menores tiempos de fabricación.

El aporte de este estudio se da en la aplicación del diseño de métodos de trabajo ya que se usa la ingeniería de métodos para redefinir las actividades y los puestos de trabajo, logrando con ello reducir el tiempo de fabricación del chasis.

Amores, O. y Vilca, L. (2011) realizaron la investigación Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H&N – Ecuador, llevada a cabo para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, teniendo como objetivo: mejorar la productividad en la planta faenadora mediante la optimización de recursos en el proceso productivo para obtener un producto más competitivo en el mercado, llegando a la conclusión de que eliminando tiempos muertos y reasignando actividades, el tiempo estándar de procesamiento de pollos se redujo en un 17.14%.

Este estudio ofrece aporte en la aplicación del estudio de tiempos y movimientos para disminuir el tiempo estándar, con la aplicación de los diagramas de procesos se logra identificar y evaluar oportunidades de mejora para reducir los tiempos de fabricación y lograr incrementar la productividad.

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1. Importancia de la productividad

Según Benjamín y Freivalds (2009) la ingeniería de métodos se refiere a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción.: en otras palabras, a la mejora de la productividad. Sin embargo, la ingeniería de métodos implica el análisis en dos tiempos diferentes durante la producción de un producto. Primero el ingeniero de métodos es responsable del diseño y desarrollo de varios puestos de trabajo donde el producto será fabricado. Segundo, deberá estudiar continuamente estos puestos de trabajo con el fin de encontrar una mejor forma de fabricar el producto y/o mejorar su calidad.

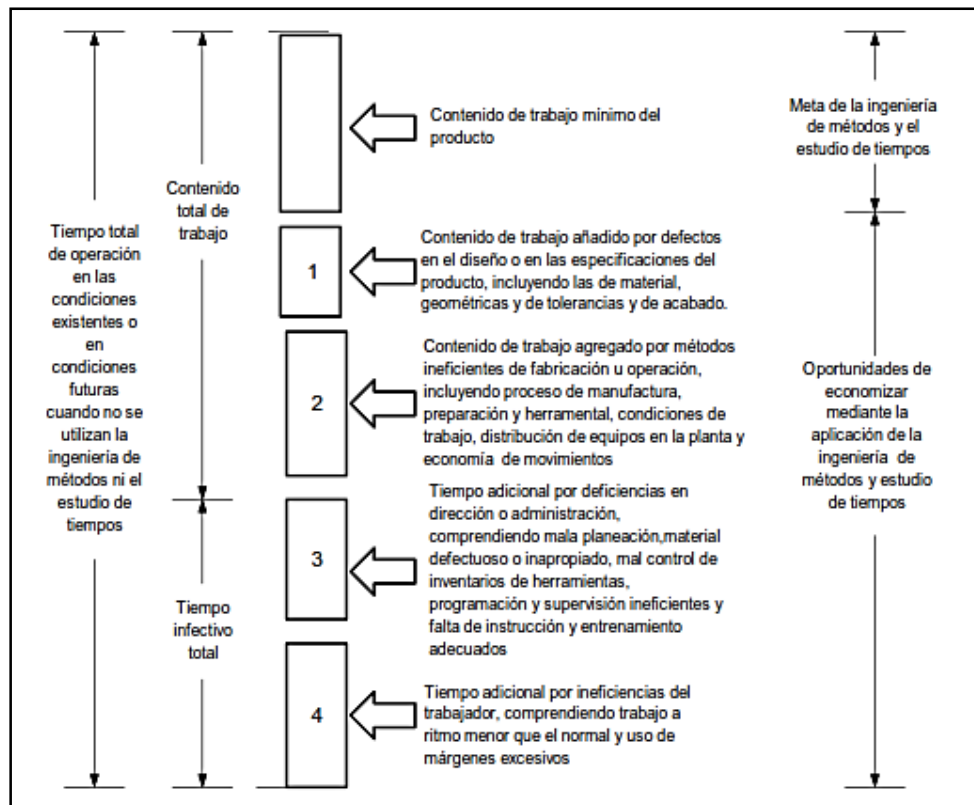


Figura 2.1 Oportunidades de ahorro a través de la ingeniería de métodos

Fuente: Niebels y Freivalds (2009)

2.2.2. Estudio de tiempos

Según Benjamín y Freivalds (2009) es una técnica para desarrollar un puesto de trabajo eficiente es el establecimiento de estándares de tiempo. Éstos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros y procedimiento de medición del trabajo. En el pasado, los analistas confiaban más en las estimaciones como un medio de establecer estándares. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos sólo con ver un trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo. Se debe aplicar técnicas de medición del trabajo: cronometraje, datos estándares, fórmulas de tiempos o estudios de muestre del trabajo. Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo.

2.2.2.1. Requerimiento del estudio de tiempos

Benjamín y Freivalds (2009) mencionan que antes de realizar un estudio de tiempos, deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales:

- **Responsabilidad del analista**

Existen diferencias en aptitudes, aplicación física y destreza de los trabajadores. Para el analista es muy difícil evaluar todas las variables y determinar el tiempo requerido para que un operario calificado realice la tarea.

- **Responsabilidad del supervisor**

El supervisor debe notificar por anticipado al operario que se estudiará su trabajo asignado. El supervisor debe verificar que se utilice el método adecuado establecido por el departamento de métodos, y que el operario seleccionado cumpla con el perfil requerido y tenga la experiencia adecuada en el trabajo.

- **Responsabilidad del sindicato**

La mayoría de los sindicatos reconocen que los estándares son necesarios para la operación rentable de un negocio y que la administración continúa con el desarrollo de dichos estándares usando las técnicas aceptadas de medición del trabajo. Además, todo

representante sindical sabe que los estándares de tiempo deficientes ocasionan problemas tanto a los empleados como a la administración.

- **Responsabilidad del operario**

Todo empleado debe estar suficientemente interesado en el bienestar de la compañía y apoyar las prácticas y procedimientos inaugurados por la administración. Los operarios deben dar una oportunidad justa a los nuevos métodos y cooperar para eliminar las fallas que pudieran tener. El operario está más cerca del trabajo que nadie y puede hacer contribuciones reales a la compañía al ayudar a establecer los métodos ideales.

2.2.2.2. Equipo para el estudio de tiempos

Benjamín y Freivalds (2009) mencionan los siguientes equipos necesarios para realizar el estudio de tiempos:

- **Cámaras de videgrabación**

Al tomar película de la operación y después estudiarla Tabla por Tabla, los analistas pueden registrar los detalles exactos del método usado y después asignar valores de tiempos normales. Debido a que todos los hechos están ahí, observar el vídeo es una manera justa y exacta de calificar el desempeño. Asimismo, a través del ojo de la cámara pueden surgir mejoras.

- **Tablero de estudio de tiempos**

Cuando se usa un cronómetro, los analistas encuentran conveniente tener un tablero adecuado para sostener el estudio de tiempos y el cronómetro. El tablero debe tener contacto para el brazo y el cuerpo con el propósito de que el ajuste sea cómodo y resulte fácil escribir mientras se sostiene. De pie en la posición adecuada el analista de tiempos puede ver la estación de trabajo por encima de la tabla y seguir los movimientos del operario, al mismo tiempo que mantiene el reloj y la forma dentro de su campo visual inmediato.

- **Formato para el estudio de tiempos**

Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma proporciona espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que se estudia, las herramientas utilizadas, etc. La operación en estudio se identifica mediante información como nombre y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus números respectivos. Ver Anexo N°3: Formato para estudio de tiempos.

A continuación, se ilustra una forma para el estudio de tiempos. En esta forma, se registran los diferentes elementos de la operación en forma horizontal en la parte superior de la hoja, y los ciclos estudiados se introducen verticalmente, renglón por renglón. Las cuatro columnas debajo de cada elemento son:

- C para calificaciones
- LC para las lecturas del cronómetro
- TO para el tiempo observado, es decir, la diferencia del tiempo entre las lecturas sucesivas del cronómetro
- TN para el tiempo normal

- **Cronómetro**

El estudio de tiempos con cronómetro es la técnica más común para establecer los estándares de tiempo en el área de manufactura. El estándar de tiempo es el elemento más importante de información de manufactura y a menudo el estudio de tiempos por cronómetro es el único método aceptable tanto para la gerencia como para los trabajadores (Meyers, 2000).

2.2.2.3. Elementos del estudio de tiempos

La conducta real de un estudio de tiempos es tanto un arte como una ciencia. Para asegurar el éxito, los analistas deben ser capaces de inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un acercamiento personal con todos aquellos con quienes tenga contacto. Benjamín y Freivalds (2009).

- **Selección del operario**

El primer paso para comenzar un estudio de tiempos consistente en seleccionar el operario con la ayuda del supervisor de la línea. Por supuesto, el operario debe estar completamente capacitado en el método, le debe gustar el trabajo y debe demostrar interés en hacerlo bien. También debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza tanto en los métodos del estudio de tiempos, como en el analista.

El analista debe acercarse al operario de manera amigable y demostrar que entiende la operación que va a estudiar. El operario debe tener la oportunidad de hacer preguntas sobre las técnicas de medición del tiempo, el método de calificación y la aplicación de suplementos u holguras. Todas las preguntas deben responderse con franqueza y paciencia. El operario debe ser incitado a ofrecer sugerencias y, cuando lo haga, el analista debe recibirlas con interés para demostrar respeto por las habilidades y conocimientos del operario.

- **Registro de información significativa**

El analista debe registrar las máquinas, herramientas manuales, soportes, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del observador. El espacio para esos detalles se proporciona bajo el título de Observaciones en el formato del estudio de tiempos. También puede resultar útil un bosquejo de la distribución. Entre más información pertinente se registre, más útil será el estudio de tiempos a través de los años. Se convierte en un recurso para establecer datos estándar y desarrollar fórmulas. También será útil para la mejora de métodos y la evaluación de los operarios, las herramientas y el desempeño de las máquinas.

- **Posición del observador**

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies atrás del operario, de manera que no lo distraiga o interfiera con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor comodidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras éste lleva a cabo el ciclo de trabajo. Durante el curso del estudio, el observador debe evitar cualquier conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o modificar las rutinas.

- **División de la operación en elementos**

Para facilitar su medición, la operación debe dividirse en grupos de movimientos conocidos como elementos. Con el fin de dividir la operación en sus elementos individuales, el analista debe observar al operario durante varios ciclos. Sin embargo, si el tiempo de ciclo es mayor a treinta minutos, el analista puede escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Si es posible, el analista debe determinar los elementos de la operación antes del inicio del estudio. Los elementos deben partirse en divisiones tan finas como sea posible, pero que no sean tan pequeñas como para sacrificar la exactitud de las lecturas. Las divisiones elementales de alrededor de 0.04 minutos son suficientemente finas para poder ser leídas en forma congruente por un analista del estudio de tiempos experimentado. Sin embargo, si los elementos anteriores y posteriores son relativamente largos, un elemento de hasta 0.02 minutos puede cronometrarse con facilidad.

Cada elemento debe registrarse en su secuencia apropiada, incluyendo una división básica de trabajo terminado mediante un sonido o movimiento distintivo. Por ejemplo, “subir una pieza al mandril y apretar” incluirá las siguientes divisiones, básicas: alcanzar la pieza, tomar la pieza, mover la pieza, colocar la pieza, alcanzar la llave del mandril, tomar la llave, mover la llave, colocar la llave, girar la llave, y soltar la llave. El punto de terminación de este elemento sería soltar la llave del mandril en la cabeza del torno, evidenciado con el sonido correspondiente. El elemento “iniciar la máquina” podría incluir podría incluir alcanzar la palanca, tomar la palanca, mover la palanca y soltar la palanca. La rotación de la máquina, con el sonido que la acompaña identifica el punto de terminación de manera que las lecturas se pueden tomar exactamente en el mismo punto en cada ciclo.

Algunas sugerencias adicionales pueden ayudar a desglosar los elementos:

- En general, mantener separados los elementos manuales y los de máquina, puesto que los tiempos de máquina se ven menos afectados por las calificaciones.
- De la misma forma, separar los elementos constates (aquellos elementos para los que el tiempo no se desvía dentro de un intervalo especificado de trabajo) de los elementos variables (los elementos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo de trabajo especificado)

- Cuando un elemento se repite, no se incluye una segunda descripción. En vez de esto, se da el número de identificación que se usó cuando el elemento ocurrió por primera vez, en el espacio proporcionado para la descripción del elemento.

- **Número de ciclos en observación**

La determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que ha causado una discusión considerable entre los analistas de estudio de tiempos, así como entre los representantes sindicales. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento.

Tabla 2.1 Número de ciclos a observar

Tiempo de Ciclo (minutos)	Ciclos a observar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
40.00 a más	3

Fuente: Niebels y Freivalds (2009)

2.2.2.4. Cursograma Analítico

Según Kanawaty (1998) registrar todos los hechos relativos al método existente es un procedimiento básico, puesto que servirá de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado. Por consiguiente, es esencial que las anotaciones sean claras y concisas. Ver Anexo 3: Cursograma Analítico.

Una de las técnicas o instrumentos para el registro de dicha información son los cursograma analíticos, los cuales son un diagrama que muestran la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Existen:

- **Cursograma sinóptico del proceso:** Presenta un Tabla general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.
- **Cursograma analítico del operario:** Se registra lo que hace la persona que trabaja.
- **Cursograma analítico del material:** Se registra cómo se manipula o trata el material.
- **Cursograma analítico del equipo o maquinaria:** Se registra cómo se usa el equipo o maquinaria.

Para hacer constar en un cursograma todo lo referente a un trabajo u operación resulta mucho más fácil emplear una serie de cinco símbolos que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina. Constituyen pues una clave muy cómoda, que ahorra mucha escritura y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza.



OPERACIÓN: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación



INSPECCIÓN: Indica la inspección de la calidad y/o verificación de la cantidad.



TRANSPORTE: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. Se deberá usar siempre que se manipulen materiales para ponerlos en camiones, bancos, depósitos etc.



DEPÓSITO PROVISIONAL O ESPERA: Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite



ALMACENAMIENTO PERMANENTE: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

Antes de examinar todas las aplicaciones posibles del cursograma analítico como medio de mirar con ojos críticos el trabajo e idear después métodos más adecuados, vale la pena señalar ciertos aspectos que nunca se deben olvidar durante la preparación de los diagramas. Son importante porque se trata del instrumento más eficaz para perfeccionar el método de trabajo:

- 1) Con la representación gráfica de los hechos se obtiene una visión general de lo que sucede y se entiende más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.
- 2) Los gráficos ilustran con claridad la forma en que se efectúa un trabajo. Aun cuando los capataces y obreros no estén al tanto de las técnicas de registro, pueden comprender que un gráfico o diagrama con muchos símbolos de

“espera” o “transporte” indica la necesidad de introducir modificaciones en los métodos de trabajo.

- 3) Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa y una vez inscritos, se deben consultar. No deberán hacerse de memoria, sino a medida que se observa el trabajo. Deben confirmarse con el supervisor los detalles registrados, con la finalidad de verificar la corrección de los datos y poner de relieve la importancia de su contribución.
- 4) Los cursogramas basados en observaciones directas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado y exactitud, puesto que las copias se utilizarán para explicar proyectos de normalización del trabajo o de mejora de los métodos.
- 5) Para que siempre sigan sirviendo de referencia y den el máximo posible de información, todos los diagramas deberían llevar como encabezamiento espacios donde apuntar):
 - Nombre del producto, material o equipo representado.
 - Trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de término.
 - El lugar en que se efectúa la operación (departamento, fábrica local, etc.)
 - El número de referencia del diagrama y de la hoja.
 - El nombre del observador y, en caso oportuno, el de la persona que aprueba el diagrama.
 - La fecha del estudio.
 - La clave de los símbolos empelados.
 - Un resumen de la distancia y tiempo para poder comparar métodos antiguos con los nuevos.
- 6) Antes de dar por terminado el diagrama, se debe verificar:
 - ¿Se han registrado los hechos correctamente?
 - ¿Se han hecho demasiadas suposiciones y es la investigación tan incompleta que quizá sea inexacta?
 - ¿Se han registrado todos los hechos que constituyen el proceso?

2.2.3. Estudio de movimientos: El diseño de la estación de trabajo

Según Meyers (2000) el diseño de la estación de trabajo es el punto de partida del estudio de tiempos y movimientos, sirve para identificar los principios de la economía de movimientos ya que cuando se aplican correctamente, el resultado es un patrón de movimientos muy eficaz.

2.2.3.1. Diseño de la estación de trabajo

Podemos iniciar con el diseño de la estación de trabajo, desde cualquier punto, la forma más económica de entrar en producción es la mejor regla para el punto de partida y la forma más económica significa tener máquina y estaciones de trabajo sencillos. Cualquier mejora deberá estar justificada por ahorros. Así se tiene libertad de iniciar en cualquier sitio y acto seguido perfeccionar el método de trabajo.

2.2.3.2. Principios de la economía de movimientos

a) Movimientos de las manos

Las manos deben operar con movimientos de tipos espejo. Los movimientos deben iniciarse y detenerse simultáneamente, moverse en direcciones opuestas y trabajar en todo momento. Si las manos buscan dos piezas al mismo tiempo. Las tinas deben estar colocadas a igual distancia del área de trabajo y a la misma distancia de la línea central de la estación. Para diseñar una estación de trabajo normal, se deberá colocar todas las piezas y herramientas entre un alcance normal y uno máximo tratando de que sean lo más corto posibles

b) Localización de piezas y herramientas

Escoger un lugar fijo para todo y colocarlo cerca del punto de uso como sea posible. Disponer de un lugar fijo para todas las piezas y herramientas ayuda a la formación de hábitos y acelera el proceso de aprendizaje. Ordenar la caja de accesorios de trabajo, de manera que se sabrá dónde está cada herramienta y se puede tomar sin mirar. Esta debe ser la meta en todas las estaciones de trabajo a diseñar. Recordemos que mientras más lejos tenga que desplazarse un operario para obtener algo, más trabajo le costará.

c) Liberar las manos tanto como se pueda

La mano es el dispositivo más costoso que puede ocupar un diseñador, por lo que debemos proporcionar otros medios para sujetar las piezas. Los aditamentos y dispositivos están diseñados para sujetar las piezas de manera que los operadores puedan valerse de ambas manos.

Se pueden diseñar dispositivos de control accionados con el pie para operar el equipo, de forma que las manos queden libres para el trabajo. Las bandas transportadoras pueden hacer pasar las piezas frente a los operadores para que no tengan que tomar o dejar de lado la unidad base. También se emplean mesas redondas eléctricas para mover las piezas frente a un operador.

Los dispositivos pueden ser eléctricos, neumáticos, hidráulicos o manuales. Pueden cerrarse con muy poca presión o con toneladas y tener cualquier forma, según lo necesite la pieza a fabricar.

d) Aprovechar la gravedad

La gravedad es energía gratuita. La gravedad puede acercar las piezas. Si se coloca un plano inclinado en la parte inferior de los recipientes de las piezas, éstas se deslizarán hacia la parte delantera.

La gravedad también sirve para retirar las piezas terminadas de las estaciones de trabajo. Se ahorra tiempo y espacio en la estación de trabajo si se dejan caer las piezas en toboganes que las aparten del lugar.

2.2.4. El tiempo estándar

Según Meyers (2000) el estándar de tiempo es uno de los elementos de información de mayor importancia en el departamento de manufactura. Con él se dan las respuestas a los siguientes problemas:

1. Determinar el número de máquinas que se debe adquirir.
2. Determinar el número de personas de producción a contratar.
3. Determinar los costos de manufactura y los precios de venta.

4. Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a menos inventario.
5. Determinar el balanceo de las líneas de ensamble.
6. Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas para ser corregidas.
7. Pagar incentivos por rendimiento extraordinario por equipo individual.
8. Evaluar ideas de reducción de costos y escoger el método más económico con base en un análisis de costos.

Según Benjamín y Freivalds a través del estudio de muestreo de trabajo, se debe tomar un gran número de observaciones en distintos momentos del día y de diferentes operarios. Para hallar el tiempo estándar se sigue la siguiente fórmula:

$$TS = TN * (1 + HOLGURA)$$

$$TO = T / P * ni / n$$

$$TN = TO * R/100$$

Donde:

TS = Tiempo Estándar

TN = Tiempo Normal

TO = Tiempo Observado

R = Tasa promedio de desempeño

T = Tiempo Total

n_i = Número de ocurrencias para el elemento i

n = Número total de observaciones

P = Producción total por periodo observado.

2.2.4.1. Suplementos y holguras

Según Benjamín y Freivalds (2009) las lecturas con cronómetro de un estudio de tiempos se toman a lo largo de un periodo relativamente corto. Por lo tanto, el tiempo normal no incluye las demoras inevitables, que quizá ni siquiera fueron observadas, así como algunos otros tiempos perdidos legítimos. En consecuencia, se debe hacer algunos

ajustes para compensar dichas pérdidas. La aplicación de estos ajustes u holguras, puede ser mucho más amplia en algunas compañías que en otras.

Los suplementos u holguras se aplican a tres partes de estudio: Al tiempo de ciclo total, Sólo al tiempo de máquina y sólo al tiempo de esfuerzo manual. Las holguras aplicables al tiempo de ciclo total se expresan como porcentaje del tiempo de ciclo y compensan demoras como necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación de las máquinas. Las holguras de tiempo de máquina incluyen el tiempo para mantenimiento de las herramientas y la varianza en la energía, mientras que las demoras representativas cubiertas por holguras de esfuerzo son fatiga y ciertas demoras inevitables.

Con frecuencia, se usan dos métodos para desarrollar los datos de holgura estándar. Uno es la observación directa, que requiere que los observadores estudien dos, o quizá tres, operaciones durante un tiempo largo. Se registra la duración y razón de cada intervalo ocioso. Después de establecer una muestra razonablemente representativa, se resumen los resultados para determinar el porcentaje de holgura de cada característica aplicable. Los datos que se obtienen de esta manera, igual que los de cualquier estudio de tiempos, deben ajustarse al desempeño estándar. Debido a que los observadores deben pasar un largo tiempo observando una o más operaciones, este método es excepcionalmente tedioso, no solo para los analistas sino también para los operarios, no solo para los analistas sino también para los operarios. Otra desventaja es la tendencia a tomar muestras demasiado pequeñas, lo que puede producir resultados sesgados.

La segunda técnica implica estudios de muestreo del trabajo. Este método requiere tomar un número grande de observaciones aleatorias, por lo que se necesita sólo tiempo parcial o un servicio intermitente del observador. Cuando se aplica este método no se usa cronómetro, puesto que el observador sólo camina por el área en estudio en momentos aleatorios y anota brevemente lo que hace cada operario. El número de demoras se registran, dividido entre el número total de observaciones durante las cuales el operario realiza trabajo productivo, se aproxima a la holgura que requiere el operario para satisfacer las demoras encontradas.

A continuación, se presenta un esquema para ordenar los diferentes tipos de holguras de acuerdo con la función. La división principal son las holguras por fatiga contra las especiales. Las *holguras por fatiga*, como su nombre lo indica, proporcionan tiempo para que el trabajador se recupere de la fatiga causada por la tarea o por el entorno de trabajo. Estas holguras se dividen en holguras constante y variable. Las *holguras especiales* incluyen muchos factores diferentes relacionados con el proceso, el equipo y los materiales, y se denominan holguras por demoras inevitables, evitables, adicionales y por política.

Necesidades personales	Fatiga básica	Fatiga Variable	Demoras inevitables	Demoras evitables	Holguras adicionales	Holguras por política
<i>Holguras Constantes</i>			<i>Holguras Especiales</i>			
Holguras Totales						

Holguras Totales	+	Tiempo Normal	=	Tiempo Estándar
------------------	---	---------------	---	-----------------

Figura 2.2 Tipos de holguras

Fuente: Benjamín y Freivalds (2009)

a) Necesidades personales

Las necesidades personales incluyen las interrupciones del trabajo para mantener el bienestar general del empleado, entre los ejemplos están los viajes para beber agua e ir al sanitario. Las condiciones generales del trabajo y la clase de tarea afectan el tiempo necesario de las demoras personales. Por ejemplo, condiciones de trabajo que incluyen trabajo pesado que se realiza a altas temperaturas, donde se requerirán holguras mayores para necesidades personales en comparación al trabajo ligero que se realiza en áreas con temperatura agradable.

Lazarus (1968) reportó que en 235 plantas de 23 industrias la holgura personal oscila entre 4.6% y 6.5%. Por lo tanto, la cifra de 5% es adecuada para la mayoría de trabajadores.

b) Fatiga básica

La holgura por fatiga básica es una constante que toma en cuenta la energía que se consume para realizar el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado 4% del tiempo normal para un operario que hace el trabajo ligero, sentado, bajo buenas condiciones de trabajo, sin demandas especiales sobre sus sistemas motrices o sensoriales.

Entre 5% de holguras por necesidades personales y 4% de holgura por fatiga básica, la mayor parte de los operarios tienen 9% de holgura inicial constante, a la que se pueden agregar otras holguras, si es necesario.

c) Fatiga variable

La holgura por fatiga está estrechamente asociada con las necesidades personales, aunque suele aplicarse sólo a las partes de esfuerzo del estudio. La fatiga no es homogénea en ningún sentido. Puede ser desde estrictamente física hasta puramente psicológica o una combinación de ambas. El resultado es una disminución del deseo de trabajar. Los factores más importantes que afectan la fatiga incluyen las condiciones de trabajo, especialmente el ruido, el calor, la humedad, la naturaleza del trabajo, como la postura, el esfuerzo muscular y el tedio, la salud general del trabajador. Aunque el trabajo manual pesado ha disminuido en la industria debido a la automatización, otros componentes de la fatiga, como el estrés mental y el tedio, pueden ir en aumento. Como la fatiga no puede eliminarse deben asignarse las holguras adecuadas para las condiciones de trabajo y las tareas repetitivas.

La oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO, *Internacional Labour Office*, 1957) ha tabulado el efecto de diversas condiciones de trabajo para llevar a factores de suplemento u holgura adecuados con un sistema de puntos más detallado. Para usar esta tabla, el analista debe determinar los factores de holgura para cada elemento del estudio y después sumar los valores para obtener la holgura por fatiga global, que luego se suma a la holgura por fatiga constante.

Tabla 2.2 Holguras y Suplementos

Detalle	Porcentaje (%)
Holguras Constantes	
1. Holgura personal	5%
2. Holgura por fatiga básica	4%
Holguras variables	
1. Holgura por estar parado	2%
2. Holgura por posición anormal	
a) Un poco incómoda	0%
b) Incómoda (flexionado)	2%
c) Muy incómoda (acostado, estirado)	7%
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastar o empujar)	
Peso levantado (lb)	
5	0%
10	1%
15	2%
20	3%
25	4%
30	5%
35	7%
40	9%
45	11%
50	13%
60	17%
70	22%
4. Mala iluminación	
a) Un poco debajo de lo recomendado	0%
b) Bastante debajo de lo recomendado	2%
c) Muy inadecuada	5%
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	0% - 100%
6. Atención cercana	
a) Trabajo bastante fino	0%
b) Trabajo fino o exacto	2%
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5%
7. Nivel de ruido	
a) Continuo	0%
b) Intermitente fuerte	2%
c) Intermitente muy fuerte	5%
8. Esfuerzo mental	
a) Proceso bastante complejo	1%
b) Espacio de atención compleja o amplia	4%
c) Muy complejo	8%
9. Monotonía	
a) Baja	0%
b) Media	1%
c) Alta	4%
10. Tedio	
a) Algo tedioso	0%
b) Tedioso	2%
c) Muy tedioso	5%

Fuente: International Labour Office (1957)

d) Demoras inevitables

Esta clase de demoras se aplica a los elementos de esfuerzo e incluye interrupciones del supervisor, despachador, analista del estudio de tiempos y otros, irregularidades en los materiales, dificultad para cumplir con las tolerancias y especificaciones y demoras por interferencia cuando se hacen asignaciones de máquinas múltiples.

Como es de esperarse, todo operario experimenta numerosas interrupciones en el curso del día de trabajo. El supervisor o líder de grupo puede interrumpir para dar instrucciones o aclarar cierta información escrita.

Las demoras inevitables suelen ser resultado de irregularidades en el material. Por ejemplo, el material puede estar en el lugar equivocado, o bien ser demasiado suave o demasiado duro, o muy largo o muy corto, puede contener exceso de desechos.

e) Demoras evitables

No se acostumbra proporcionar holguras por retraso evitables, como la visitas a otros operarios por motivos sociales, detenciones sin razón y ociosidad distinta al descanso para recuperarse de la fatiga. Aunque los operarios pueden tomar estas demoras a costa de la producción, no se asignan holguras por estas detenciones de trabajo en el desarrollo del estándar

f) Holguras adicionales

El tiempo que se requiere para limpiar la estación de trabajo y lubricar la máquina del operario se puede clasificar como demora evitable. Cuando estos elementos son responsabilidad del operario, la administración debe proporcionar una holgura aplicable. A menudo, los analistas incluyen este tiempo como holgura del tiempo de ciclo total cuando el operario realiza estas funciones. El tipo y tamaño de equipo y el material que se fabrica tienen un efecto considerable en el tiempo que se requiere para realizar estas tareas. Algunas veces los supervisores dan al operario 10 a 15 minutos al final del día para ejecutar dichos elementos. Cuando es así, los estándares establecidos no incluyen holguras por limpieza y lubricación de máquinas.

Una holgura para mantener las herramientas proporciona tiempo para que el operario les de mantenimiento después de la preparación original. Sin embargo, en corridas de producción largas, las herramientas pueden necesitar ser afiladas periódicamente y el operador debe recibir una holgura apropiada.

g) Holguras por política

Una holgura por política se usa para proporcionar un nivel satisfactorio de ganancias por un nivel especificado de desempeño en circunstancias excepcionales. Tales holguras pueden incluir empleados nuevos, discapacidades, empleados para trabajo ligera y otros. Por lo general estas holguras las establece la administración, quizá mediante negociaciones con el sindicato.

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Línea SIDEL SBO10

Línea de producción que consta de dos estaciones de trabajo: el proceso de soplado, a cargo de la sopladora SIDEL SBO10 y el proceso de paletizado, a cargo de los auxiliares u operarios de paletizado.

Sopladora SIDEL SBO10

Máquina que consta de diez estaciones de soplado que permiten fabricar diez botellas por cada vuelta o ciclo. Utiliza como materia prima las preformas adquiridas a proveedor y mediante sistemas mecánicos, hidráulicos, neumático y automatizados caliente y molde la preforma para que adquiera la forma del molde que la contiene. Su capacidad es de 22,500 botellas por hora, lo que equivale a 6.25 botellas por segundo.

PREFORMA

Materia prima utilizada para fabricar botellas, el moldeo de las preformas consiste en la inyección del polímero de PET fundido en la cavidad del molde hasta llenarlo.

ENVASE PET

Son las botellas formadas a través del proceso de soplado a partir del polímero PET (PoliEtileno Tereftalato), una resina plástica y una forma de poliéster. Es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo. El polietileno tereftalato, es un polímero formado por la combinación de dos monómeros, el glicol etileno modificado y el ácido teréftálico. Las botellas PET son las más usadas en la comercialización de líquidos como bebidas gaseosas, productos lácteos y para la limpieza del hogar.

PALETIZADO

El paletizado es la acción y efecto de disponer o agrupar una cierta cantidad de productos sobre un palet, con la finalidad de conformar una unidad de manejo que pueda ser transportada y almacenada con el mínimo esfuerzo y en una sola operación.

TIEMPO ESTÁNDAR

Tiempo definido en el que se desarrolla una tarea o actividad, desarrollando una actividad normal, según el método establecido y en donde se incluye las tolerancias.

TIEMPO MUERTO

Es el tiempo en que un operador no cumple con su carga de trabajo de manera correspondiente y que genera costos y retrasos en la empresa y por lo tanto, disminución de la productividad.

2.4. MARCO REFERENCIAL

2.4.1. CBC PERUANA S.A.C.



Figura 2.3 Logo de CBC

Fuente: CBC PERUANA (2017)

CBC es una compañía multilatina de bebidas con el portafolio más grande de la región y con presencia en más de 33 países de Latinoamérica.

La historia de CBC inicia en el centroamericano país de Guatemala en el año 1885, Enrique Castillo Córdova funda la compañía con el sueño de crecer exponencialmente. Cinco años después PepsiCo le otorga el premio a *Mejor Embotelladora de Latinoamérica* y luego en 1996, los nombra *Embotellador Ancla para Centroamérica* y se inicia la expansión a Honduras, Nicaragua y El Salvador.

Para el año 2009, CBC ya había formado una alianza estratégica con Ambev, propiedad de la cervecera más grande del mundo ABInBev y ese mismo año la compañía adquiere la planta de Livsmart en El Salvador, lo cual gestó una gran ampliación del portafolio de bebidas: carbonatadas, cervezas, jugos, néctares, isotónicos y una serie de bebidas funcionales. Por último, en ese año CBC logra expandirse a Jamaica, y Puerto Rico. En el año 2011, PepsiCo les otorga el reconocimiento a *Mejor Embotelladora a nivel Mundial* y se logra la expansión hasta Sudamérica, concretamente a Ecuador en alianza con los grupos Tesalia y Tropical.

Dentro del sistema de gestión de CBC se encuentra como parte fundamental la cultura de la compañía:

VISIÓN: Ser la mejor compañía de bebidas de las américas, ofreciendo a los consumidores las mejores experiencias con nuestras marcas y contribuyendo a un mundo mejor.

MISIÓN: Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor.

VALORES:

- Soñamos en grande.
- Nos apasiona lo que hacemos.
- Somos íntegros.
- Tenemos una gestión sostenible.
- Somos gente excelente.
- Somos dueños.

En julio de 2015 se inician las operaciones en Perú adquiriendo la planta embotelladora de Ambev en Sullana. Con el objetivo de posicionarse en el mercado de bebidas en el Perú, CBC llegó con un presupuesto de 320 millones de dólares.

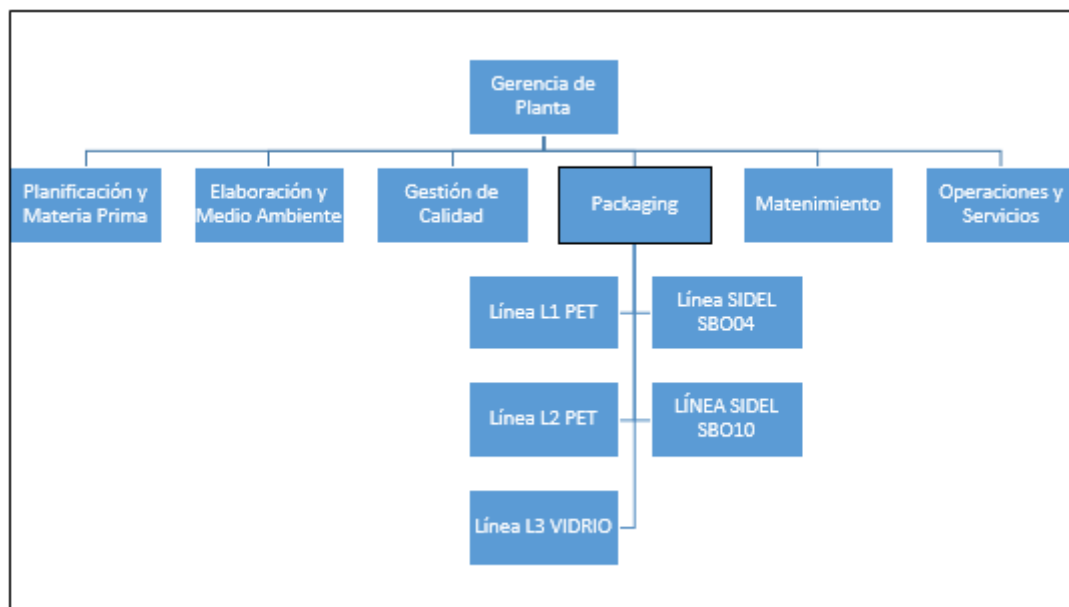


Figura 2.4 Organigrama CBC Planta Sullana

Fuente: CBC PERUANA (2017)

La PLANTA SULLANA de CBC está ubicada en la Carretera Sullana – Tambogrande Km 6.8 interior 250, en el centro poblado de Cieneguillo, distrito de Bellavista, provincia de Sullana. Dentro de sus áreas productivas, encontramos el área de SOPLADO que cuenta con 02 líneas de producción: SIDEL SBO04 y SIDEL SBO10. Los cuales convierte la materia prima preforma en botellas según los siguientes pesos y tamaños:

Tabla 2.3 Formato y velocidades de sopladoras

SOPLADORA	FORMATO (Litros)	PESO DE PREFORMAS (gramos)	VELOCIDAD (Botellas por hora)
SIDEL SBO04	0.355	17.7	4400
	0.750	26.7	4400
	1.500	42.7	4400
	2.000	51.2	4400
	2.250	52.7	4400
	3.000	56.7	3600
SIDEL SBO10	0.500	19.7	22500
	0.625	17.7	22500

Fuente: CBC PERUANA (2017)

2.4.2. Proceso de soplado SIDEL

El soplado de materiales termoplásticos comenzó durante la Segunda Mundial (1939 - 1945) y tuvo su crecimiento y fortalecimiento industrial en la década de 1960 – 1970. Durante muchos años se empleó de forma exclusiva para la producción de botellas, sin embargo, los últimos desarrollos en el proceso permiten la producción de piezas de geometría de forma irregulares y complejas, espesores de pared variables, doble capas, materiales con alta resistencia química, etc.

Existen diversas marcas dedicadas a la fabricación de sopladoras, entre ellas: SIDEL, KRONES, SIPA, KHS, MIGMAC, etc. A continuación, se presenta el logo de las sopladoras de marca SIDEL:



Figura 2.5 Logo de SIDEL

Fuente: Página Web SIDEL. Recuperado de <http://www.sidel.es/>

Las sopladoras de SIDEL usan el sistema de *Soplado Bi Orientado* es por ello que la nomenclatura de las sopladoras SIDEL tiene al principio las iniciales SBO. Luego, según las necesidades del usuario, se tienen diversas cantidades de estaciones de soplado. Las estaciones de soplado tienen los moldes que finalmente entregarán las botellas, siempre se da en números pares. Se presenta las diversas nomenclaturas y velocidades de las sopladoras SIDEL:

Tabla 2.4 Nomenclatura y velocidades

SOPLADORA	VELOCIDAD (Botellas por hora)
SBO10	22500
SBO12	27000
SBO14	31500
SBO16	36000
SBO18	40500
SBO20	45000
SBO22	49500
SBO24	52800

Fuente: Página Web SIDEL. Recuperado de <http://www.sidel.es/equipos/soplado/sopladora-sidel-matrix1>

El proceso de soplado en las máquinas SIDEL se desarrolla de la siguiente manera:

- 1.- Ingreso de preformas:** Las preformas almacenadas en cajas de cartón o metálicas, ingresan a tolva acumuladora de preformas.

- 2.- Alineamiento en rodillos orientadores:** Las preformas pasan por una banda que contiene unos rodillos orientadores de preformas. Ésta banda tiene por finalidad colocar las preformas en serie y de forma vertical. Luego, mediante pinzas de transferencia, las preformas pasan de la banda orientadora hacia el horno de la sopladora.
- 3.- Calentamiento en horno de sopladora:** En el horno, las preformas son calentadas por irradiación a través de unas lámparas incandescentes de argón que mediante resistencias transmiten el calor, llevando las preformas a una temperatura de 85°C – 125°C dependiente del formato a soplar. Esto con la finalidad de lograr que el material sea moldeable.
- 4.- Ingreso a moldes de soplado:** Ya calentadas, las preformas ingresan a moldes que contienen la figura a adoptar, los cuales constan de tres componentes: lado derecho, lado izquierdo y base.
- 5.- Estirado y presoplado:** La preforma es alargada hasta la base del molde mediante una varilla de estirado, instantáneamente, ingresa aire a 6bar – 7bar para presoplar la preforma. Con el estirado y presoplado se obtiene la distribución del material en la botella: hombro, panel o cuerpo y base.
- 6.- Soplado:** Ingres a 30bar – 33bar para realizar la función de soplado y el material adopta la figura del molde, para obtener el envase deseado. Al interior de los moldes circula agua a 8°C – 12°C con la finalidad de enfriar la botella para que ésta pueda ser manipulable.
- 7.- Liberación de las botellas:** A través de pinzas de transferencia la botella se extrae de los moldes y dispone en un transportador para usarla según las características del proceso: almacenado o embotellado.

2.4.3. Proceso de Paletizado

El paletizado es la acción y efecto de disponer o agrupar una cierta cantidad de productos sobre un palet, con la finalidad de conformar una unidad de manejo que pueda ser transportada y almacenada con el mínimo esfuerzo y en una sola operación.

La paletización es la acción de entregar haciendo uso de una estiba o palet estándar con el objetivo de agilizar los procesos de recepción, manipulación y entrega de productos. El palet es una plataforma horizontal, que puede ser de madera, plástico o cartón según la necesidad del mercado y muestra compatibilidad para facilitar su manejo con montacargas manuales o semiautomáticos. La medida universal del palet es de 1.2mt x 1.0mt.

El proceso de paletizado puede ser de dos tipos según la naturaleza del proceso:

- 1.- Manual:** Los operarios realizar la acción de paletizado haciendo uso de sus habilidades físicas. Pueden sujetar el producto de forma directa o a través de alguna herramienta de sujetadora. El primero en usarlo fue el ejército estadounidense para el suministro de sus tropas en Europa durante la Segunda Guerra Mundial.
- 2.- Electromecánico:** Se usan máquinas o robot paletizadores. Existen diversos tipos de máquinas específicas para realizar la operación de paletizado. Generalmente son de gran tamaño debido a la diversidad de dimensiones, formas, número o características generales de los productos a manipular.

2.4.4. Línea SIDEL SBO10

La línea de soplado SIDEL SBO10 (Ver ANEXO N°1: MAPA SIDEL SBO10 y ANEXO N°2: SOPLADORA SIDEL SBO10) fue instalada durante los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017. Ésta cuenta con una máquina sopladora con diez estaciones de soplado; es decir por cada ciclo se obtienen diez botellas.

Una vez obtenidas las botellas, éstas son colocadas en un transportador neumático de 65 metros de longitud que mediante motores ejercen presión de aire en una dirección específica para trasladar la botella hacia un transportador mecánico, éste último consta de 6 metros de longitud y en esta parte del proceso, es donde se realiza la actividad de paletizado.

En la línea SIDEL SBO10 tenemos un operador de soplado para cada uno de los tres turnos diarios. El operador tiene a cargo las siguientes funciones y responsabilidades:

- Dar funcionamiento y mantenimiento a la máquina sopladora cumpliendo con la política de seguridad y medioambientales de la empresa.
- Realizar análisis de calidad de las botellas cada cuatro horas y/o en el arranque de producción.
- Realizar los cambios de formato según la indicación del área de planificación.
- Corregir en el menor tiempo posible, los paros y fallos no programados.
- Comunicar alguna anomalía inmediatamente a su superior inmediato.

Luego tenemos a los auxiliares de producción, distribuidos en tres grupos, los cuales rotan semanalmente por turnos de mañana tarde y amanecida, cada uno de ocho horas de duración. De estos tres grupos, dos de ellos cuentan con cinco auxiliares de producción y el restante, con cuatro.

Los auxiliares de producción tienen las siguientes funciones y responsabilidades:

- Realizar actividades de paletizado y mantenimiento del área y de las sopladoras cumpliendo con las políticas de seguridad y medioambientales de la empresa.
- Informar al operador de la sopladora sobre algún desvío en la calidad de las botellas.
- Asistir a los operadores de soplado durante los cambios de formato indicados por el área de planificación.
- Asistir a los operadores de soplado para corregir en el menor tiempo posible, los paros y fallos no programados.
- Comunicar alguna anomalía inmediatamente a su superior inmediato.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

La mejora del proceso de paletizado incrementará la productividad de la línea SIDEL SBO10 en CBC PERUANA – PLANTA SULLANA

2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

El diagnóstico de actividades que causan retrasos en la línea SIDEL SBO10, servirá para identificar las actividades no productivas y por lo tanto los tiempos muertos presentes en el proceso productivo.

La aplicación del estudio de movimientos a cada una de las operaciones y elementos que conforman el proceso de paletizado, permitirá rediseñar el proceso, disminuyendo los tiempos de paletizado y por lo tanto aumentar la productividad.

El estudio de tiempos permite la estandarización de las actividades en la línea SIDEL SBO10.

2.6. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2.5 Identificación y operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Mejora del proceso de paletizado (Variables Independientes)	Disponibilidad de la línea de producción para realizar actividades que generan valor comercial y/o productivo.	Tiempo de utilización en la cual la línea de producción se encuentra disponible para realizar el proceso de soplado.	Tiempo de utilización (T utilización)	Intervalo
	Son una serie de elementos analizados y que resultan ser productivos.	Tiempo que le toma a un operario en armar un pallet.	Tiempo de producción (T producción)	Intervalo
	Es un elemento de información de mayor importancia en el departamento de manufactura. Con él podemos definir un modelo de tiempo para las actividades en las estaciones de trabajo.	Tiempo estándar para armar un pallet, usando nuevo sistema de paletizado. $TE = TN * (1 + HOLGURA)$	Tiempo estándar (TE)	Intervalo

Productividad (variable Dependiente)	La productividad es la relación entre la producción adquirida por un sistema de producción o servicios y los recursos usados para obtenerla, por lo que ésta se define como el uso eficiente de los recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía e información). Una productividad mayor significa la obtención de la misma cantidad con menos recursos o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo	Es el tiempo de producción dividido por el tiempo total que se usó la línea de producción: $P = \frac{\textit{Tiempo de Producción}}{\textit{Tiempo de uso de la línea}}$	Productividad	Intervalo
--	--	--	---------------	-----------

Fuente: Elaboración propia.

3. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se considera cuantitativa pues se obtienen resultados numéricos, los cuales se consiguen a través de la cuantificación de tiempos de actividades.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se considera experimental ya que se manipuló de forma deliberada la variable independiente Tiempo de Paletizado (se buscará disminuirlo). El resultado de la manipulación de las variables, servirá para medir la variable dependiente: Productividad de la Línea SIDEL SBO10.

$$Productividad (V. Dependiente) = \frac{Tiempo de Producción (V. Independiente)}{Tiempo de uso de la línea}$$

3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es aplicada ya que se busca la resolución de problemas prácticos a partir de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos.

3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio presenta las características de una investigación de tipo explicativa, dado que el estudio se enfoca en el análisis y medición de variables con el fin de determinar cómo se manifiestan y así poder definir los tiempos muertos, tiempos estándares y la productividad de la línea SIDEL SBO10.

3.5. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se tiene como objeto de estudio el tiempo de armado de un pallet de envase, el cual toma en promedio 23.98 minutos. Es por esto que para determinar el número de objetos a cronometrar se utilizó la Tabla N° 2.3: Número de ciclos de observación. Según ésta, corresponde 05 objetos a observar, es por ello que se cronometrará el tiempo de armado de 05 pallets.

3.6. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Se usó el formato de estudio de tiempos y movimientos de Niebels y Freivalds (2009) y el cursograma analítico de Kanawaty (1998) para determinar los tiempos normales, tiempos muertos, tiempos estándares y la productividad. Vale mencionar que el libro “Introducción al estudio del trabajo” fue publicado por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT – Ginebra) bajo la dirección de George Kanawaty en 1998.

A continuación, el procedimiento que se siguió para poder realizar el estudio de trabajo:

- Se identificó las operaciones que conforman el proceso de paletizado en la línea SIDEL SBO10, se determinó correctamente el inicio y final de cada una de estas operaciones, así como la herramienta usada, el número de operarios, la unidad de trabajo y finalmente las condiciones de trabajo.
- Se identificó las operaciones existentes en la situación actual de la línea de producción, luego mediante el cursograma analítico, se observó las actividades productivas y no productivas (tiempos muertos).
- Se realizó un análisis probabilístico aleatorio simple, para seleccionar a los trabajadores que participaron del estudio de tiempos en cada turno de trabajo.
- Se determinó el número de lecturas a ser tomadas; es decir, el número de ciclos a cronometrar, esto en base a la tabla de Benjamín y Freivalds (2009).

- La toma de tiempos inició cuando el operador comenzó a desarrollar las actividades correspondientes, previa explicación de los motivos de realización del estudio, para evitar que se sienta presionado e incómodo.
- Se registró las lecturas numéricas de cada una de las operaciones y elementos en los formatos correspondientes: Cursograma analítico de Kanawaty (1998) y Formato de estudio de tiempos de Niebels y Freivalds (2009).
- Obtenidos los datos se procedió a generar la base de datos para realizar los cálculos de tiempos normales, tiempos estándares y productividad de la situación actual, esto en el software Microsoft Excel.
- Una vez identificados los tiempos muertos y/o las actividades no productivas, se procedió a realizar las mejoras necesarias aplicando el estudio de movimientos.
- Luego de mejorado el proceso, se comparó los resultados para discutirlos y proceder a la estandarización de los tiempos.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La técnica usada para medir los indicadores es el método de la observación y recolección de datos.

Tabla 3.1: Técnicas de Instrumentos

Indicador	Técnica	Instrumento	Unidad de análisis
Actividades realizadas	Observación.	Cursograma analítico	Proceso en SIDEL SBO10
Tiempos muertos	Observación y el Análisis Cuantitativo del Contenido.	Cursograma analítico	Operarios
Tiempo de paletizado	Observación y el Análisis Cuantitativo del Contenido	Formato de estudio de tiempos.	Operarios

Tiempos estándar	Observación y el Análisis Cuantitativo del Contenido	Fórmula para el cálculo de tiempo estándar.	Operarios
Productividad	Observación y el Análisis Cuantitativo del Contenido.	Formato de estudio de tiempos.	Proceso en SIDE L SBO10

Fuente: Elaboración propia.

Se usó el cursograma analítico de Kanawaty (1998) para poder identificar las actividades no productivas presentes en el proceso productivo actual de la línea SIDE L SBO10.

Se usó el formato de estudio de tiempo y movimientos de Benjamín y Freivalds (2009) para obtener los tiempos observados, tiempos normales y holguras.

Se usó el software Microsoft Excel para procesar la información y analizar los datos obtenidos y así llegar a las conclusiones pertinentes, haciendo uso de la estadística descriptiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DE ACTIVIDADES QUE CAUSAN RETRASOS EN LA LÍNEA SIDEL SBO10

4.1.1. Descripción del proceso

4.1.1.1. Funcionamiento de Sopladora SIDEL SBO10 en CBC PLANTA SULLANA

A.- Ingreso de preforma:

El inicio del proceso de soplado en SIDEL SBO10 comienza abasteciendo a la máquina sopladora con materia prima que, en este caso, son las preformas. Éstas se encuentran almacenadas en cajas de cartón o metal y se trasladan hacia el elevador de cajas de preforma mediante una transpalleta manual.

Luego las cajas se vacían hacia la tolva accionando el elevador neumático, para almacenar las preformas en la tolva. Después de almacenadas, ingresan a una faja transportadoras para llegar hacia el enfilador de preformas.

B.- Enfilador de preformas:

Las preformas se encuentran almacenadas en posiciones distintas, para lograr colocarlas en una sola forma, se utiliza el enfilador de preformas, el cual consta de separadores y sacudidores de preformas, encargadas de orientar las preformas hacia unos rodillos en la posición estándar con la boca de la preforma hacia arriba y el fondo, hacia abajo.

C.- Soplado de preformas:

En el horno, las preformas son calentadas por irradiación a través de unas lámparas incandescentes de argón que mediante resistencias transmiten el calor, llevando las preformas a una temperatura de 85°C – 125°C dependiente del formato a soplar. Esto con la finalidad de lograr que el material sea moldeable.

Ya calentadas, las preformas ingresan a moldes que contienen la figura a adoptar, los cuales constan de tres componentes: lado derecho, lado izquierdo y base.

La preforma es alargada hasta la base del molde mediante una varilla de estirado, luego de forma instantánea, ingresa aire a 6bar – 7bar para presoplar la preforma. Con el estirado y presoplado se obtiene la distribución del material en la botella: hombro, panel o cuerpo y base.

Luego se sopla la preforma con aire de alta (30bar – 33bar) y el material adopta la figura del molde, para obtener el envase deseado. Al interior de los moldes circula agua a 8°C – 12°C con la finalidad de enfriar la botella para que ésta pueda ser manipulable.

D.- Paletizado manual de botellas

Luego de obtener la botella soplada, ésta pasa hacia un transportador neumático que transportará la botella hacia una mesa de paletizado. Los operarios dispuestos en la mesa de paletizado usan una herramienta llamada “peine de paletizado” la cual toma un grupo de veinte botellas para armar un pallet. Cuando el transportador neumático se sobrellena de botellas; es decir, la velocidad de la sopladora sobre pasa la velocidad del paletizado, ocasiona que la máquina sopladora deje de entregar botellas sopladas, esto para evitar que se trabe y genere daños mecánicos en la máquina.

Teóricamente, la máquina sopladora tiene una velocidad de **6.25 botellas por segundo**. El proceso de paletizado consta de 03 auxiliares de línea ubicados en la mesa de paletizado y 02 auxiliares de línea preparados para embalar los pallets y transportarlos hacia el almacén. La velocidad promedio del paletizado en Planta Sullana es de **4.17 botellas por segundo**.

En la tabla 4.1 podemos observar el tiempo de trabajo de la sopladora SIDEL SBO10 versus el tiempo de trabajo del paletizado manual. Se puede observar que mientras en paletizado trabaja durante el total de la hora que se muestreó, la sopladora tuvo tiempo productivo de 66.67%.

Tabla 4.1 SBO10 vs Paletizado











Diagrama N°: 1				ACTUAL	PROPUESTO
Producto: Envase 500mL Cristal			T. Trabajo		
Proceso: Soplado y Paletizado de envase 500mL			Sopladora	40	
Máquina: SIDEL SBO10			Paletizado	60	
Operario: Wilmer Herrera			Productividad		
Compuesto por: Arnold Gonzales			Sopladora	66.67%	
Revisado por: Víctor Crisanto Palacios			Paletizado	100.00%	
MINUTO	SOPLADORA SIDEL SBO10	PALETIZADO	MINUTO	SOPLADORA SIDEL SBO10	PALETIZADO
1			31		
2			32		
3			33		
4			34		
5			35		
6			36		
7			37		
8			38		
9			39		
10			40		
11			41		
12			42		
13			43		
14			44		
15			45		
16			46		
17			47		
18			48		
19			49		
20			50		
21			51		
22			52		
23			53		
24			54		
25			55		
26			56		
27			57		
28			58		
29			59		
30			60		
<div></div> TIEMPO PRODUCTIVO <div></div> TIEMPO IMPRODUCTIVO					

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.2. Cursograma sistema actual N°01

En la tabla 4.2 se puede identificar que el Operario N°01 realiza la operación de “Paletizado” 11 veces con un promedio de 140.38 segundos y 01 vez la operación de “Embalado” con un tiempo de 346.53 segundos. Además, se traslada para “Colocar separador” 10 veces un tiempo de 16.34 segundos en promedio y 74.20 metros de distancia en total, para “Reiniciar” paletizado 02 veces un tiempo de 79 segundos en promedio y 24.30 metros de distancia en total, 02 veces hacia “Almacén” un tiempo de 120.42 segundos en promedio y 84.80 metros de distancia en total. Por último, se tiene un tiempo de espera de 1161.57 segundos.

Tabla 4.2 Operario N°01. Sistema actual

































































































CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 01		RESUMEN								
Objeto: Actividades Operario #1 Alex Helguero		ACTIVIDAD		MINUTOS	ACTUAL				PROPUESTA	
		Operación		1890.69	12					
		Transporte		321.43	12					
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Espera		1161.57	2					
		Inspección		0	0					
		Almacenamiento		240.83	2					
Método: Paletizado Manual		Distancia TOTAL (mt)				183.3				
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)				3614.52				
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 14/08/17										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha		7.42	77.08						
2	Paletizado Manual			153.77						
3	Colocar separador		7.42	20.37						
4	Paletizado Manual			128.93						
5	Colocar separador		7.42	11.53						
6	Paletizado Manual			127.33						
7	Colocar separador		7.42	9.56						
8	Paletizado Manual			163.13						
9	Colocar separador		7.42	27.45						
10	Paletizado Manual			142.29						
11	Colocar separador		7.42	13.12						
12	Paletizado Manual			141.55						
13	Colocar separador		7.42	14.90						
14	Paletizado Manual			165.76						
15	Colocar separador		7.42	16.05						
16	Paletizado Manual			137.93						
17	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha		16.88	80.92						
18	Paletizado Manual			152.01						
19	Colocar separador		7.42	15.40						
20	Paletizado Manual			101.55						
21	Colocar separador		7.42	11.69						
22	Paletizado Manual			129.91						
23	Colocar separador		7.42	23.36						
24	Traslado de pallet hacia almacén		42.4	117.33						
25	Tiempo muerto			621.57						
26	Embalado de pallet			346.53						
27	Traslado de pallet hacia almacén		42.4	123.50						
28	Tiempo muerto			540.00						
TOTAL			183.3	3614.52						

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.3. Cursograma sistema actual N°02

En la Tabla 4.3 se puede identificar que el Operario N°02 realiza la operación de “Paletizado” 23 veces con un promedio de 136.13 segundos. Además, se traslada para “Colocar separador” 21 veces un tiempo de 13.79 segundos en promedio y 155.82 metros de distancia en total, para “Reiniciar” paletizado 02 veces un tiempo de 45.97 segundos en promedio y 33.76 metros de distancia en total. Por último, se tiene un tiempo de espera de 53.48 segundos.

Tabla 4.3 Operario N°2. Sistema actual












































CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 02		RESUMEN								
Objeto: Actividades Operario #02: Elvis Reto		ACTIVIDAD		MINUTOS	ACTUAL			PROPUESTA		
		Operación		3210.89	24					
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Transporte		381.45	23					
		Espera		53.48	1					
		Inspección		0	0					
		Almacenamiento		0	0					
Método: Paletizado Manual		Distancia TOTAL (mt)			189.58					
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)			3645.82					
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 14/08/17										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1										
1	Termina paletizado			79.86						
2	Colocar separador		7.42	8.74						
3	Paletizado Manual			137.58						
4	Colocar separador		7.42	19.23						
5	Paletizado Manual			134.82						
6	Colocar separador		7.42	11.04						
7	Paletizado Manual			121.13						
8	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha		16.88	57.17						
9	Paletizado Manual			167.39						
10	Colocar separador		7.42	13.19						
11	Paletizado Manual			138.80						
12	Colocar separador		7.42	20.09						
13	Paletizado Manual			130.48						
14	Colocar separador		7.42	16.79						
15	Paletizado Manual			131.40						
16	Colocar separador		7.42	10.30						
17	Paletizado Manual			133.95						
18	Colocar separador		7.42	18.46						
19	Paletizado Manual			155.30						
20	Colocar separador		7.42	19.51						
21	Paletizado Manual			116.58						
22	Colocar separador		7.42	19.38						
23	Paletizado Manual			153.58						
24	Colocar separador		7.42	14.32						
25	Paletizado Manual			113.68						
26	Colocar separador		7.42	12.68						
27	Paletizado Manual			134.08						
28	Colocar separador		7.42	8.44						
29	Paletizado Manual			129.03						
30	Colocar separador		7.42	11.02						
31	Paletizado Manual			128.02						
32	Colocar separador		7.42	5.68						
33	Paletizado Manual			128.90						
34	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha		16.88	34.76						
35	Paletizado Manual			134.01						
36	Colocar separador		7.42	11.46						
37	Paletizado Manual			146.16						
38	Colocar separador		7.42	14.79						
39	Paletizado Manual			158.32						
40	Colocar separador		7.42	13.97						
41	Paletizado Manual			123.88						
42	Colocar separador		7.42	10.65						
43	Paletizado Manual			139.27						
44	Colocar separador		7.42	16.34						
45	Paletizado Manual			138.46						
46	Colocar separador		7.42	13.44						
47	Paletizado Manual			136.21						
48	Tiempo muerto			53.48						
TOTAL			189.58	3645.82						

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.4. Cursograma sistema actual N°03

En la Tabla 4.4 se puede identificar que el Operario N°03 realiza la operación de “Paletizado” 09 veces con un promedio de 153.92 segundos y 02 veces la operación de “Embalado” con un tiempo de 545.92 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 07 veces un tiempo de 25.02 segundos en promedio y 51.94 metros de distancia en total, para “Reiniciar” paletizado 02 veces un tiempo de 64.79 segundos en promedio y 33.76 metros de distancia en total, 01 vez hacia “Almacén” un tiempo de 76.65 segundos en promedio y 42.40 metros de distancia en total. Por último, se tiene un tiempo de espera de 691.62 segundos.

Tabla 4.4 Operario N°03. Sistema actual




























CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 03		RESUMEN								
Objeto: Actividades Operario #03 José Agurto		ACTIVIDAD		MINUTOS	ACTUAL		PROPUESTA			
		Operación		2565.67	13					
		Transporte		304.7	9					
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Espera		691.62	2					
		Inspección		0	0					
		Almacenamiento		76.65	1					
Método: Paletizado Manual		Distancia TOTAL (mt)				128.1				
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)				3638.64				
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 14/08/17										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1	Termina paletizado			69.39						
2	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha		16.88	56.47						
3	Paletizado Manual			138.76						
4	Colocar separador		7.42	23.99						
5	Paletizado Manual			141.77						
6	Colocar separador		7.42	36.61						
7	Paletizado Manual			172.59						
8	Colocar separador		7.42	11.04						
9	Paletizado Manual			155.33						
10	Colocar separador		7.42	17.98						
11	Paletizado Manual			136.62						
12	Colocar separador		7.42	22.09						
13	Paletizado Manual			157.97						
14	Colocar separador		7.42	32.27						
15	Paletizado Manual			170.08						
16	Colocar separador		7.42	31.15						
17	Paletizado Manual			170.92						
18	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha		16.88	73.10						
19	Paletizado Manual			141.20						
20	Tiempo muerto (Tomar agua)			147.30						
21	Embalado de pallet			482.22						
22	Traslado de palleti hacia almacén		42.4	76.65						
23	Tiempo muerto			544.32						
24	Embalado de pallet			609.58						
25	Paletizado Manual			19.24						
TOTAL			128.1	3638.64						

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.5. Cursograma sistema actual N°04

En la tabla 4.5 se puede identificar que el Operario N°04 realiza la operación de “Paletizado” 09 veces con un promedio de 150.35 segundos y 02 veces la operación de “Embalado” con un tiempo de 499.38 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 08 veces un tiempo de 21.61 segundos en promedio y 59.36 metros de distancia en total, para “Reiniciar” paletizado 01 vez un tiempo de 87.73 segundos en promedio y 16.88 metros de distancia en total, 01 vez hacia “Almacén” un tiempo de 78.69 segundos en promedio y 42.40 metros de distancia en total. Por último, se tiene un tiempo de espera de 867.83 segundos.

Tabla 4.5 Operario N°04. Sistema actual

CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 04		RESUMEN								
Objeto: Actividades Operario #04: Calle Calle		ACTIVIDAD	MINUTOS	ACTUAL		PROPUESTA				
		Operación	2351.91	11						
		Transporte	321.77	9						
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Espera	867.83	1						
		Inspección	0	0						
		Almacenamiento	78.69	1						
Método: Paletizado Manual		Distancia TOTAL (mt)		118.64						
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)		3620.2						
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 14/08/17										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Embalado de Pallet			603.20						
2	Traslado de pallet hacia almacén		42.4	78.69						
3	Tiempo muerto			867.83						
4	Embalado de Pallet			395.56						
5	Paletizado manual			119.56						
6	Colocar separador		7.42	17.46						
7	Paletizado manual			149.40						
8	Colocar separador		7.42	24.42						
9	Paletizado manual			153.01						
10	Colocar separador		7.42	24.90						
11	Paletizado manual			155.15						
12	Colocar separador		7.42	18.52						
13	Paletizado manual			151.78						
14	Colocar separador		7.42	40.73						
15	Paletizado manual			183.93						
16	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha		16.88	87.73						
17	Paletizado manual			123.48						
18	Colocar separador		7.42	12.95						
19	Paletizado manual			151.80						
20	Colocar separador		7.42	12.27						
21	Paletizado manual			165.04						
22	Colocar separador		7.42	82.79						
TOTAL			118.64	3620.2						

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.6. Cursograma sistema actual N°05

En la tabla 4.6 se puede identificar que el Operario N°05 realiza la operación de “Paletizado” 11 veces con un promedio de 136.94 segundos y 03 veces la operación de “Embalado” con un tiempo de 252.97 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 09 veces un tiempo de 20.64 segundos en promedio y 66.78 metros de distancia en total, para “Reiniciar” paletizado 01 vez un tiempo de 65.06 segundos en promedio y 16.88 metros de distancia en total, 02 veces hacia “Almacén” un tiempo de 87.52 segundos en promedio y 84.80 metros de distancia en total. Por último, se tiene un tiempo de espera de 939.13 segundos.

Tabla 4.6 Operario N°05. Sistema actual






CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO											
Diagrama # 05				RESUMEN							
Objeto: Actividades Operario #045: Gabriel Vargas				ACTIVIDAD	MINUTOS	ACTUAL		PROPUESTA			
				Operación	2265.21	14					
				Transporte	250.82	10					
				Espera	939.13	2					
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10					0	0					
				Inspección							
				Almacenamiento	175.04	2					
Método: Paletizado Manual				Distancia TOTAL (mt)		168.46					
Lugar: Planta Sullana				Tiempo TOTAL (min - hombre)		3630.2					
Compuesto: Arnold Gonzales											
Fecha: 14/08/17											
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid											
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO			Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1	Tiempo muerto				154.78						
2	Embalado de Pallet				257.38						
3	Traslado de pallet hacia almacén			42.4	82.68						
4	Embalado de Pallet				174.71						
5	Traslado de pallet hacia almacén			42.4	92.36						
6	Tiempo muerto				784.35						
7	Embalado de Pallet				326.83						
8	Paletizado manual				152.40						
9	Colocar separador			7.42	15.36						
10	Paletizado manual				142.16						
11	Colocar separador			7.42	23.29						
12	Paletizado manual				133.30						
13	Colocar separador			7.42	20.45						
14	Paletizado manual				134.85						
15	Colocar separador			7.42	19.46						
16	Paletizado manual				141.42						
17	Colocar separador			7.42	14.82						
18	Paletizado manual				134.92						
19	Colocar separador			7.42	18.28						
20	Paletizado manual				160.72						
21	Colocar separador			7.42	23.27						
22	Paletizado manual				134.29						
23	Retiro de pallet y nueva puesta en marcha			16.88	65.06						
24	Paletizado manual				151.53						
25	Colocar separador			7.42	32.08						
26	Paletizado manual				144.84						
27	Colocar separador			7.42	18.75						
28	Paletizado manual				75.86						
TOTAL				168.46	3630.2						

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.7. Resumen de cursogramas del sistema actual

Se realizó el estudio de tiempos y movimientos utilizando los cursogramas analíticos para dar seguimiento a las actividades de los operarios durante el desempeño de sus funciones, los mismos se encuentran adjuntos en los anexos del presente estudio. A continuación, se detalla el resumen de las actividades observadas:

Tabla 4.7 Resumen de cursogramas

Descripción	Operario N°1	Operario N°2	Operario N°3	Operario N°4	Operario N°5
Operación 	12	24	13	11	14
Transporte 	12	23	9	9	10
Espera 	2	1	2	1	2
Inspección 	0	0	0	0	0
Almacenamiento 	2	0	1	1	2
Distancia recorrida (metros)	183.30	189.58	128.10	118.64	168.46
Tiempo (minutos)	3614.52	3645.82	3638.64	3620.2	3630.2

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.8. Indicadores de línea SIDEL SBO10. Sistema actual

Se puede observar que los operarios en promedio toman 24 minutos para realizar el armado de un pallet de envase, además durante este tiempo se producen en la sopladora en promedio 6,710 botellas en promedio, lo cual equivale a un tiempo productivo de 17.89 minutos.

Por ello se puede determinar que la productividad promedio durante el tiempo cronometrado se obtiene de la operación:

$$Productividad = \left(\frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Tiempo armado de pallet}} \right) * 100 = \left(\frac{17.89}{24} \right) * 100 = 74.23\%$$

Tabla 4.8 Indicadores de SIDEL SBO10

INDICADORES	Operario N° 01	Operario N° 02	Operario N° 03	Operario N° 04	Operario N° 05	PROMEDIO
BOTELLAS SOPLADAS	5131	6034	7623	8015	6748	6710
TIEMPO PRODUCCIÓN (min)	13.68	16.09	20.33	21.37	17.99	17.89
TIEMPO ARMADO DE UN PALLET (min)	22.51	22.37	25.68	26.83	22.60	24.00
PRODUCTIVIDAD	60.78%	71.94%	79.17%	79.65%	79.62%	74.23%

Fuente: Elaboración propia.

Durante la observación del proceso de paletizado en la línea de soplado SIDEL SBO10 se logró identificar actividades y circunstancias que causan retrasos, tiempos muertos y, por lo tanto, disminución en la productividad de la línea. Estas actividades y circunstancias se detallan a continuación:

- Falta de habilidad, destreza, motivación y reentrenamiento de parte de los operarios para realizar la operación de paletizado.
- Falla en la calidad de herramienta (peine de paletizado) para realizar la operación.
- Sólo se cuenta con una embaladora de pallets para las dos líneas de soplado. Esto hace que los tiempos de espera sean elevados.
- Sólo se cuenta con una transpalleta manual para cada línea, lo cual genera tiempos de espera elevados.
- Traba de botellas PET en transportador neumático. Genera que proceso de paletizado se detenga.
- Operarios no tenían claro cómo ejecutar los relevos de paletizado.
- Un turno de producción en SBO10 tiene una persona menos. (Normalmente se trabaja con cinco personas) Un grupo cuenta con cuatro personas.
- Falta de procedimiento para estandarizar el proceso de paletizado, los operarios tienen cada quien su forma de realizar la actividad, no se cuenta con un estándar.

4.2. REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PALETIZADO EN LA LÍNEA SIDEL SBO10

4.2.1. Identificación de oportunidades de reducción de tiempo de paletizado.

Posterior a la identificación de circunstancias, situaciones y actividades que causan baja productividad en la línea SIDEL SBO10, se revisó los principios del estudio de movimientos y de la economía de movimientos para poder tomar acciones sobre lo observado.

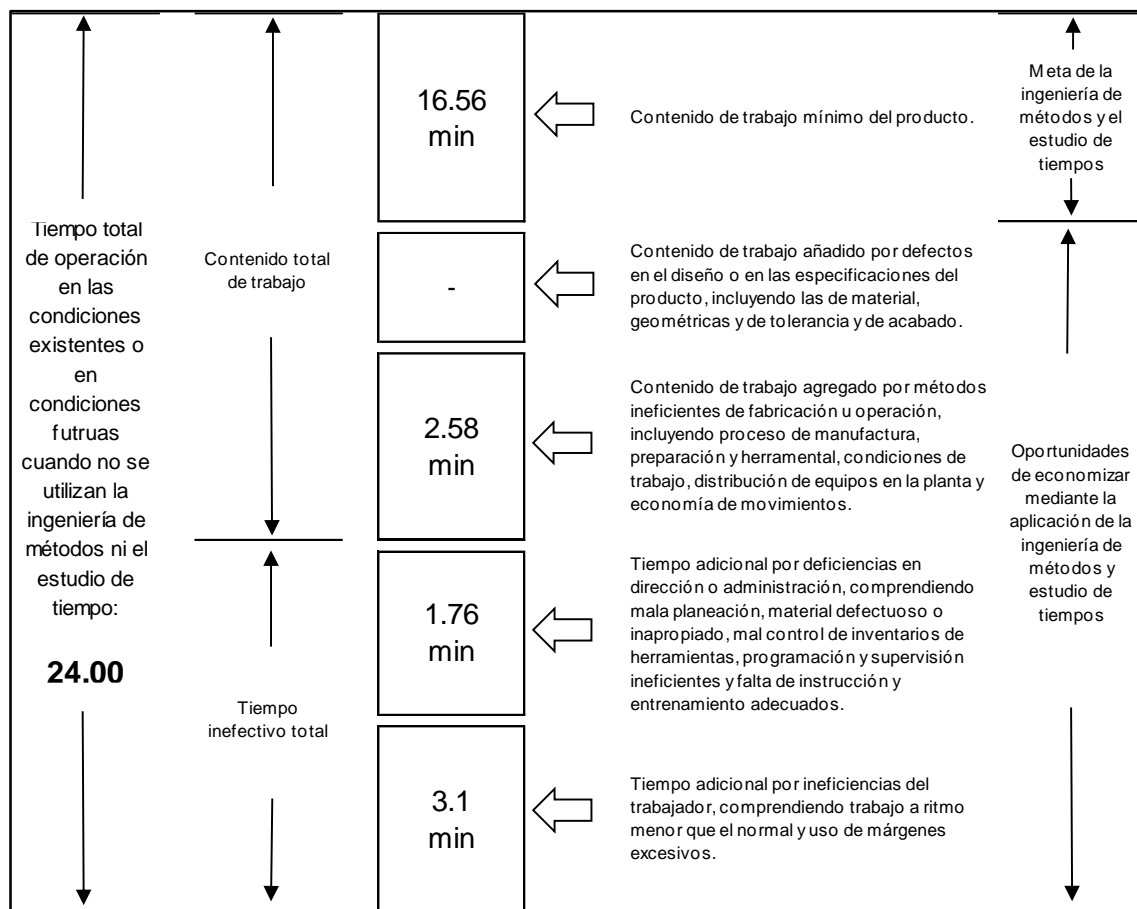


Figura 4.1. Oportunidades identificadas para reducción de tiempo.
Fuente: Elaboración propia

Se identifica que se utiliza 16.56 minutos como tiempo de trabajo mínimo para realizar el armado de un pallet de botella PET, lo cual implica realizar la actividad propia de colocar las botellas PET por niveles en un pallet.

Se determina que no se tiene minutos adicionales por defectos en el diseño o en las especificaciones del producto.

Se observa 2.58 minutos como oportunidad de mejora ya que se tiene métodos ineficientes al realizar la operación de paletizado, esto debido a que el mismo auxiliar de paletizado, realiza la operación de retirar el separador.

Finalmente, se distingue que debido al desempeño ineficiente del trabajador, se tiene 3.1 minutos como oportunidad de ahorro en el armado de un pallet. Se tiene trabas y caída de botellas durante el proceso de paletizado, lo cual merma el desempeño normal de trabajo.

Se implementó una reunión diaria durante el primer mes de ejecución del proyecto y luego se realizó con frecuencia semanal. Se estableció que la reunión se lleve en presencia de: Jefe de Producción, Jefe de Mantenimiento, Coordinador de Soplado, Coordinador de Mantenimiento, Coordinador de Gestión de Calidad, Técnico de Compras y Planeamiento, Operador de soplado, Operario de soplado y eventualmente, Jefe de Planta.

Esta reunión contaba con el siguiente procedimiento:

1. Presentar resultados de indicadores de productividad del día anterior.
2. Identificar problemas y/o circunstancias que restaron en el resultado de la productividad.
3. Plantear acción, participación y procedimientos para corregir y prevenir caídas en la productividad.
4. Dar seguimiento al plan de acción. Revisar acciones ya planteadas y actualizar fechas de ejecución.

4.2.2. Plan de acción para reducir tiempo de paletizado.

Luego de haber identificado los problemas que causan la reducción de la productividad en el proceso de soplado, y habiendo considerado los principios del estudio de movimiento y de la economía de movimientos, se elaboró el plan de acción que se presenta a continuación.

A continuación, el detalle de las acciones ejecutadas para subsanar las oportunidades de mejora encontradas y aumentar significativamente la productividad de la línea SIDEL SBO10:

- *Falta de habilidad, destreza, motivación y reentrenamiento de parte de los operarios para realizar la operación de paletizado.*

Acción: Seleccionar a operarios con mayor destreza y programar entrenamiento práctico en paletizado de botellas. Ver Anexo 11.

- *Falla en la calidad de herramienta (peine de paletizado) para realizar la operación dicha operación.*

Acción: Realizar compra de material para programar la fabricación de peines de paletizado para los formatos que se producen en SIDEL SBO10. Ver Anexo 6.

- *Sólo se cuenta con una embaladora de pallets para las dos líneas de soplado. Esto hace que los tiempos de espera sean elevados.*

Acción: Solicitar a proveedor instalación de una embaladora o enfardadora de pallets exclusiva para la sopladora SIDEL SBO10 y programar técnicos mecánicos y eléctricos para su instalación. Ver Anexo 8,9 y 10.

- *Sólo se cuenta con una transpalleta manual para cada línea, lo cual genera tiempos de espera elevados.*

Acción: Comprar transpalleta exclusiva para sumar a línea SIDEL SBO10, programar a técnico mecánico para su recepción y revisión. Ver Anexo 4 y 5.

- *Traba de botellas PET en transportador neumático. Genera que proceso de paletizado se detenga.*

Acción: Solicitar a proveedor responsable de ejecutar el mantenimiento del transportador neumático, realizar cambio de guías de botella por presentar trabas. Ver Anexo 7.

- *Operarios no tenían claro cómo ejecutar los relevos de paletizado.*

Acción: Elaborar procedimiento de paletizado, indicando cómo realizar los relevos al ingresar al turno. Ver Anexo 11.

- *Un turno de producción en SBO10 tiene una persona menos. (Normalmente se trabaja con cinco personas) Un grupo cuenta con cuatro personas.*

Acción: Programar y estandarizar mantener cinco personas por cada turno disponibles para realizar el paletizado. Además, agregar una persona adicional de la línea SIDEL SBO04, el cual cada 30 minutos tiene espacio libre e ingresará para sumarse al proceso en SIDEL SBO10. Ver Anexo 11.

- *Falta de procedimiento para estandarizar el proceso de paletizado, los operarios tienen cada quien su forma de realizar la actividad, no se cuenta con un estándar.*

Acción: Elaborar procedimiento de paletizado, en el cual se adiciona una persona adicional de la línea SIDEL SBO04, el cual cada 30 minutos tiene espacio libre e ingresará para sumarse al proceso en SIDEL SBO10. Ver Anexo 11.

Tabla 4.9 Plan de acción para reducir tiempos muertos

TEMA	DESCRIPCIÓN	QUE HACER	COMO	QUIÉN	CUANDO			STATUS
Nombre de Reunión	Causa Raíz	Acción o contramedida	Detalles de la ejecución de la acción	Responsable	Inicio planeado	Fin planeado	Fecha de finalización	Status
Reunión de productividad SBO10	Falta de habilidad, destreza, motivación y reentrenamiento de parte de los operarios para realizar la operación de paletizado.	Programar entrenamiento con personal de soplado: paletizadores, operadores de sopladora, técnicos de mantenimiento.	04/09 Se programa reunión con personal para mostrar indicadores y acciones a ejecutar 21/09 Se programa reunión para 27/09	Arnold Gonzales	4/09/2017	30/09/2017	27/09/2017	Finalizado en tiempo
Reunión de productividad SBO10	Falla en la calidad de herramienta (peine de paletizado) para realizar la operación dicha operación.	Confeccionar nuevos peines de paletizado para formatos de SIDEL SBO10.	04/09 Comprar material para confeccionar peines: Tubo cuadrado y broca de 19mm 04/10 Llega material a planta, se programa confección. 27/10 Se tiene 06 peines nuevos, 03 para cada formato	Wilmer Peña	4/09/2017	15/10/2017	27/10/2017	Finalizado con retrasos
Reunión de productividad SBO10	Sólo se cuenta con una embaladora de pallets para las dos líneas de soplado. Esto hace que los tiempos de espera sean elevados.	Solicitar nueva embaladora de pallets al área de compras CBC y programar su instalación.	04/09 Se envía correo al área de compras de CBC y se solicita comunicación con proveedor 05/10 Se envía correo insistiendo a proveedor y área de compras CBC 13/11 Llega proveedor a instalar máquina embaladora. Realiza puesta en marcha de equipo.	Gustavo Ortiz	4/09/2017	30/10/2017	13/11/2017	Finalizado con retrasos

Reunión de productividad SBO10	Sólo se cuenta con una transpalleta manual para cada línea, lo cual genera tiempos de espera elevados.	Solicitar nueva transpalleta manual al área de compras CBC.	04/09 Se envía correo al área de compras de CBC y se solicita comunicación con proveedor 20/09 Se envía correo insistiendo a proveedor y área de compras CBC 03/11 Llega transpalleta a planta, se indica que sólo será para SBO10	Gustavo Ortiz	4/09/2017	30/10/2017	3/11/2017	Finalizado con retrasos
Reunión de productividad SBO10	Traba de botellas PET en transportador neumático.	Se solicita mantenimiento correctivo / cambio de guías de acompañamiento de cuello de botellas	04/09 Se envía correo a área de mantenimiento para contactar a proveedor REMAEL 05/10 Se envía correo insistiendo a proveedor y área de mantenimiento 27/11 Llega proveedor para cambio de guías de cuello en transportador neumático	Carlos Celi	4/09/2017	1/10/2017	27/11/2018	Finalizado con retrasos
Reunión de productividad SBO10	Operarios no tenían claro cómo ejecutar los relevos de paletizado.	Crear procedimiento para realizar relevos y capacitar a operarios	04/09 Se propone junto con personal de soplado lluvia de ideas para soluciones a este problema 11/09 Se acuerda realizar relevos con numeración aleatoria que cambia todos los días	Arnold Gonzales	4/09/2017	30/09/2017	27/09/2017	Finalizado en tiempo
Reunión de productividad SBO10	Falta de procedimiento para estandarizar el proceso de paletizado, los operarios tienen cada quien su forma de realizar la actividad, no se cuenta con un estándar.	Crear procedimiento de paletizado evitando tiempos muertos. Revisar estudio de tiempos y movimientos	04/09 Se propone junto con personal de soplado lluvia de ideas para soluciones a este problema 11/09 Se acuerda: - Personal que sale de línea SBO04, enzuncha. - Personal que termina embalado, prepara material y coloca separadores.	Arnold Gonzales	4/09/2017	30/09/2017	27/09/2017	Finalizado en tiempo

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Aplicación del estudio de movimientos.

En el proceso de paletizado de la línea SIDEL SBO10 se identificó oportunidades en las que se pudo aplicar los principios del estudio de movimiento los cuales se detallan en las siguientes imágenes:

1. [ANTES] Cada vez que un operario de paletizado culmina de apilar un piso del pallet, se desplaza para colocar separador e iniciar paletizado de nuevo piso.



Figura 4.2 [ANTES] Colocar separador

Fuente: Elaboración propia.

2. [AHORA] Se disponibilidad a nuevo colaborador para que coloque separador y evitar desplazamiento



Figura 4.3 [AHORA] Colocar separador

Fuente: Elaboración propia.

3. [ANTES] Al culminar armado de pallet completo, colaborador debe retirar pallet de su posición, trasladarse a reponer parihuela y separadores para luego poder reiniciar paletizado



Figura 4.4 [ANTES] Armando completo de pallet

Fuente: Elaboración propia.

4. [AHORA] Antes de culminar paletizado, nuevo colaborador debe preparar parihuela y separadores. Además, él se encargará de retirar pallet ya armado.































































Figura 4.5 [AHORA] No se detiene paletizado.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.1. Cursograma sistema propuesto N°01

En la tabla 4.10 se puede identificar que el Operario N°01 realiza la operación de “Paletizado” 14 veces con un promedio de 130.82 segundos y 02 veces la operación de “Embalado” con un tiempo de 374.44 segundos en promedio en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 09 veces un tiempo de 12.67 segundos en promedio y 37.08 metros de distancia en total, para “Preparar material de paletizado” 04 veces con un tiempo de 120.41 segundos en promedio y 34.60 metros de distancia en total. Por último, se tiene 04 tiempos de espera de 120.74 segundos en promedio.

Tabla 4.10 Operario N°01. Sistema propuesto






CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 06		RESUMEN				PROPUESTA				
Objeto: Actividades Operario #1 Carlos Rivera		ACTIVIDAD		MINUTOS	ACTUAL	MINUTOS	ACTIVIDAD			
		Operación		1890.69	12	2580.36	16			
		Transporte		321.43	12	595.67	13			
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Espera		1161.57	2	482.95	4			
		Inspección		0	0	0	0			
		Almacenamiento		240.83	2	0	0			
Método: Paletizado Manual		Distancia TOTAL (mt)			183.3		71.68			
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)			3614.52	3658.98				
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 06/02/18										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Paletizado manual			132.58						
2	Paletizado manual			127.74						
3	Paletizado manual			129.76						
4	Paletizado manual			104.66						
5	Paletizado manual			135.01						
6	Paletizado manual			158.12						
7	Paletizado manual			124.98						
8	Paletizado manual			171.74						
9	Colocar separador		4.12	12.07						
10	Paletizado manual			140.61						
11	Colocar separador		4.12	13.77						
12	Paletizado manual			115.30						
13	Paletizado manual			157.23						
14	Paletizado manual			142.63						
15	Paletizado manual			125.26						
16	Paletizado manual			65.87						
17	Embalado de pallet			446.06						
18	Preparar material de siguiente pallet		8.65	133.79						
19	Colocar separador		4.12	15.08						
20	Preparar material de siguiente pallet		8.65	129.22						
21	Colocar separador		4.12	11.07						
22	Espera de paletizado			101.49						
23	Colocar separador		4.12	11.46						
24	Espera de paletizado			136.22						
25	Colocar separador		4.12	11.32						
26	Espera de paletizado			131.44						
27	Colocar separador		4.12	14.41						
28	Embalado de pallet			302.81						
29	Preparar material de siguiente pallet		8.65	107.77						
30	Colocar separador		4.12	12.04						
31	Preparar material de siguiente pallet		8.65	110.87						
32	Colocar separador		4.12	12.80						
33	Espera de paletizado			113.80						
TOTAL			71.68	3658.98						

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.2. Cursograma sistema propuesto N°02

En la tabla 4.11 se puede identificar que el Operario N°02 realiza la operación de “Paletizado” 14 veces con un promedio de 124.23 segundos y 01 vez la operación de “Embalado” con un tiempo de 392.78 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 16 veces un tiempo de 13.18 segundos en promedio y 65.92 metros de distancia en total, para “Preparar material de paletizado” 04 veces con un tiempo de 121.15 segundos en promedio y 34.60 metros de distancia en total. Por último, se tiene 07 tiempos de espera de 119.42 segundos en promedio.

Tabla 4.11 Operario N°02. Sistema propuesto






CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 07		RESUMEN			PROPUESTA					
Objeto:		ACTIVIDAD	MINUTOS	ACTUAL	MINUTOS	ACTIVIDAD				
Actividades Operario #04: Oscar Gomez		Operación	2351.91	11	2131.96	15				
		Transporte	321.77	9	707.8	21				
		Espera	867.83	1	835.93	7				
Actividad:		Inspección	0	0	0	0				
Paletizado en Sidel SBO10		Almacenamiento	78.69	1	0	0				
Método: Paletizado Manual			Distancia TOTAL (mt)		189.58	104.64				
Lugar: Planta Sullana			Tiempo TOTAL (min - hombre)		3645.82	3675.69				
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 06/02/18										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO			OBSERVACIONES		
										
1	Preparar material de siguiente pallet		8.65	120.24						
2	Colocar separador		4.12	12.34						
3	Preparar material de siguiente pallet		8.65	113.88						
4	Colocar separador		4.12	13.86						
5	Espera de paletizado			118.56						
6	Colocar separador		4.12	11.20						
7	Espera de paletizado			93.83						
8	Colocar separador		4.12	10.83						
9	Espera de paletizado			121.10						
10	Colocar separador		4.12	13.91						
11	Espera de paletizado			144.15						
12	Colocar separador		4.12	13.97						
13	Espera de paletizado			112.72						
14	Colocar separador		4.12	12.26						
15	Embalado de pallet			392.78						
16	Preparar material de siguiente pallet		8.65	104.61						
17	Colocar separador		4.12	10.69						
18	Preparar material de siguiente pallet		8.65	145.85						
19	Colocar separador		4.12	11.38						
20	Espera de paletizado			131.66						
21	Colocar separador		4.12	10.97						
22	Espera de paletizado			113.91						
23	Colocar separador		4.12	11.35						
24	Paletizado manual			59.13						
25	Colocar separador		4.12	16.41						
26	Paletizado manual			129.56						
27	Colocar separador		4.12	15.73						
28	Paletizado manual			116.67						
29	Colocar separador		4.12	15.44						
30	Paletizado manual			129.93						
31	Colocar separador		4.12	13.88						
32	Paletizado manual			148.87						
33	Paletizado manual			140.29						
34	Paletizado manual			112.95						
35	Paletizado manual			147.54						
36	Paletizado manual			145.85						
37	Paletizado manual			113.38						
38	Colocar separador		4.12	13.63						
39	Paletizado manual			126.44						
40	Colocar separador		4.12	15.37						
41	Paletizado manual			119.81						
42	Paletizado manual			123.67						
43	Paletizado manual			125.09						
TOTAL			104.64	3675.69						

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.3. Cursograma sistema propuesto N°03

En la tabla 4.12 se puede identificar que el Operario N°03 realiza la operación de “Paletizado” 14 veces con un promedio de 124.78 segundos y 02 veces la operación de “Embalado” con un tiempo de 345.88 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 11 veces un tiempo de 15.02 segundos en promedio y 45.32 metros de distancia en total, para “Preparar material de paletizado” 04 veces con un tiempo de 107.55 segundos en promedio y 34.60 metros de distancia en total. Por último, se tiene 05 tiempos de espera de 111.96 segundos en promedio.

Tabla 4.12 Operario N°03. Sistema propuesto






CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO											
Diagrama # 08			RESUMEN				PROPUESTA				
Objeto: Actividades Operario #02: Moran Zapana			ACTIVIDAD	MINUTOS	ACTUAL		MINUTOS	ACTIVIDAD			
			Operación	3210.89	24		2438.61	16			
			Transporte	381.45	23		595.42	15			
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10			Espera	53.48	1		559.8	5			
			Inspección	0	0		0	0			
			Almacenamiento	0	0		0	0			
Método: Paletizado Manual			Distancia TOTAL (mt)		128.1		79.92				
Lugar: Planta Sullana			Tiempo TOTAL (min - hombre)		3638.64		3593.83				
Compuesto: Arnold Gonzales											
Fecha: 06/02/18											
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid											
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO			Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1		Paletizado manual			115.91						
2		Paletizado manual			117.15						
3		Paletizado manual			120.73						
4		Paletizado manual			169.94						
5		Paletizado manual			102.05						
6		Paletizado manual			133.70						
7		Paletizado manual			131.50						
8		Colocar separador	4.12	14.57							
9		Paletizado manual			129.27						
10		Colocar separador	4.12	16.52							
11		Paletizado manual			116.37						
12		Paletizado manual			111.93						
13		Paletizado manual			125.05						
14		Paletizado manual			119.59						
15		Paletizado manual			123.98						
16		Paletizado manual			129.68						
17		Embalado de pallet			307.14						
18		Preparar material de siguiente pallet	8.65	86.88							
19		Colocar separador	4.12	16.57							
20		Preparar material de siguiente pallet	8.65	111.97							
21		Colocar separador	4.12	14.33							
22		Espera de paletizado			123.40						
23		Colocar separador	4.12	11.02							
24		Espera de paletizado			101.10						
25		Colocar separador	4.12	15.98							
26		Espera de paletizado			116.31						
27		Colocar separador	4.12	16.14							
28		Embalado de pallet			384.62						
29		Preparar material de siguiente pallet	8.65	115.35							
30		Colocar separador	4.12	15.93							
31		Preparar material de siguiente pallet	8.65	115.99							
32		Colocar separador	4.12	14.50							
33		Espera de paletizado			111.46						
34		Colocar separador	4.12	14.70							
35		Espera de paletizado			107.53						
36		Colocar separador		4.12	14.97						
TOTAL				79.92	3593.83						

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.4. Cursograma sistema propuesto N°04

En la tabla 4.13 se puede identificar que el Operario N°04 realiza la operación de “Paletizado” 14 veces con un promedio de 128.66 segundos y 01 vez la operación de “Embalado” con un tiempo de 320.82 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 14 veces un tiempo de 13.51 segundos en promedio y 53.56 metros de distancia en total, para “Preparar material de paletizado” 04 veces con un tiempo de 101.10 segundos en promedio y 34.60 metros de distancia en total. Por último, se tiene 08 tiempos de espera de 115.06 segundos en promedio.

Tabla 4.13 Operario N°04. Sistema propuesto










































CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 09		RESUMEN			PROPUESTA					
Objeto: Actividades Operario #045: Benja Zapata		ACTIVIDAD	MINUTOS	ACTUAL	MINUTOS	ACTIVIDAD				
		Operación	2265.21	14	2121.99	15				
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Transporte	250.82	10	593.5	18				
		Espera	939.13	2	920.49	8				
		Inspección	0	0	0	0				
		Almacenamiento	175.04	2	0	0				
Método: Paletizado Manual		Distancia TOTAL (mt)		118.64	92.28					
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)		3620.2	3635.98					
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 06/02/18										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1	Preparar material de siguiente pallet		8.65	103.45						
2	Colocar separador		4.12	12.46						
3	Preparar material de siguiente pallet		8.65	103.31						
4	Colocar separador		4.12	13.84						
5	Espera de paletizado			108.26						
6	Colocar separador		4.12	12.47						
7	Espera de paletizado			157.48						
8	Colocar separador		4.12	12.46						
9	Espera de paletizado			90.25						
10	Colocar separador		4.12	11.80						
11	Espera de paletizado			121.09						
12	Embalado de pallet			320.82						
13	Preparar material de siguiente pallet		8.65	99.75						
14	Colocar separador		4.12	16.62						
15	Preparar material de siguiente pallet		8.65	97.89						
16	Colocar separador		4.12	14.04						
17	Espera de paletizado			113.39						
18	Colocar separador		4.12	11.66						
19	Espera de paletizado			104.95						
20	Colocar separador		4.12	14.64						
21	Espera de paletizado			108.61						
22	Colocar separador		4.12	15.37						
23	Espera de paletizado			116.46						
24	Paletizado manual			152.98						
25	Colocar separador		4.12	12.78						
26	Paletizado manual			119.37						
27	Colocar separador		4.12	13.04						
28	Paletizado manual			103.45						
29	Paletizado manual			126.30						
30	Paletizado manual			134.42						
31	Paletizado manual			117.08						
32	Paletizado manual			132.45						
33	Paletizado manual			129.45						
34	Paletizado manual			142.36						
35	Colocar separador		4.12	14.68						
36	Paletizado manual			133.88						
37	Colocar separador		4.12	13.24						
38	Paletizado manual			131.28						
39	Paletizado manual			129.49						
40	Paletizado manual			126.16						
41	Paletizado manual			122.50						
TOTAL			92.28	3635.98						

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.5. Cursograma sistema propuesto N°05

En la tabla 4.14 se puede identificar que el Operario N°05 realiza la operación de “Paletizado” 13 veces con un promedio de 132.95 segundos y 02 veces la operación de “Embalado” con un tiempo de 378.56 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 09 veces un tiempo de 14.14 segundos en promedio y 37.08 metros de distancia en total, para “Preparar material de paletizado” 03 veces con un tiempo de 118.09 segundos en promedio y 25.95 metros de distancia en total. Por último, se tiene 06 tiempos de espera de 115.11 segundos en promedio.

Tabla 4.14 Operario N°05. Sistema propuesto











CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 10		RESUMEN				PROPUESTA				
Objeto: Actividades Operario #03 Emilio Goyes		ACTIVIDAD		MINUTOS	ACTUAL	MINUTOS	ACTIVIDAD			
		Operación		2565.67	13	2485.44	15			
		Transporte		304.7	9	481.57	12			
		Espera		691.62	2	690.65	5			
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Inspección		0	0	0	0			
		Almacenamiento		76.65	1	0	0			
		Distancia TOTAL (mt)			168.46		63.03			
Método: Paletizado Manual					3630.2	3657.66				
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)								
Compuesto: Arnold Gonzales Fecha: 06/02/18 Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Paletizado manual			167.47						
2	Paletizado manual			151.12						
3	Paletizado manual			133.92						
4	Paletizado manual			115.38						
5	Paletizado manual			149.66						
6	Paletizado manual			139.08						
7	Colocar separador		4.12	14.54						
8	Paletizado manual			129.45						
9	Colocar separador		4.12	13.88						
10	Paletizado manual			135.23						
11	Paletizado manual			135.22						
12	Paletizado manual			136.97						
13	Paletizado manual			113.41						
14	Paletizado manual			119.85						
15	Paletizado manual			101.56						
16	Embalado de pallet			372.76						
17	Preparar material de siguiente pallet		8.65	99.61						
18	Colocar separador		4.12	12.34						
19	Preparar material de siguiente pallet		8.65	99.67						
20	Colocar separador		4.12	16.22						
21	Espera de paletizado			152.66						
22	Colocar separador		4.12	13.30						
23	Espera de paletizado			100.58						
24	Colocar separador		4.12	16.35						
25	Espera de paletizado			102.11						
26	Colocar separador		4.12	15.24						
27	Espera de paletizado			109.20						
28	Embalado de pallet			384.36						
29	Preparar material de siguiente pallet		8.65	155.00						
30	Colocar separador		4.12	12.96						
31	Espera de paletizado			115.81						
32	Colocar separador		4.12	12.46						
33	Espera de paletizado			110.29						
TOTAL			63.03	3657.66						

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.6. Cursograma sistema propuesto N°06

En la tabla 4.15 se puede identificar que el Operario N°06 realiza la operación de “Paletizado” 13 veces con un promedio de 133.06 segundos y 01 vez la operación de “Embalado” con un tiempo de 356.15 segundos en promedio. Además, se traslada para “Colocar separador” 14 veces un tiempo de 13.69 segundos en promedio y 56.04 metros de distancia en total, para “Preparar material de paletizado” 04 veces con un tiempo de 134.37 segundos en promedio y 34.60 metros de distancia en total. Por último, se tiene 07 tiempos de espera de 116.45 segundos en promedio.

Tabla 4.15 Operario N°06. Sistema propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO										
Diagrama # 11		RESUMEN				PROPUESTA				
Objeto: Actividades Operario #045: Jhon Santiago		ACTIVIDAD		MINUTOS	ACTUAL	MINUTOS	ACTIVIDAD			
		Operación		2265.21	14	2085.98	14			
		Transporte		250.82	10	729.05	18			
Actividad: Paletizado en Sidel SBO10		Espera		939.13	2	815.12	7			
		Inspección		0	0	0	0			
		Almacenamiento		175.04	2	0	0			
Método: Paletizado Manual		Distancia TOTAL (mt)			168.46			92.28		
Lugar: Planta Sullana		Tiempo TOTAL (min - hombre)			3630.2	3630.15				
Compuesto: Arnold Gonzales										
Fecha: 06/02/18										
Aprobado por: Ing. Fernando Madrid										
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1	Preparar material de siguiente pallet		8.65	155.90						
2	Colocar separador		4.12	11.57						
3	Preparar material de siguiente pallet		8.65	139.21						
4	Colocar separador		4.12	11.91						
5	Espera de paletizado			123.00						
6	Colocar separador		4.12	15.73						
7	Espera de paletizado			138.73						
8	Colocar separador		4.12	10.93						
9	Espera de paletizado			138.26						
10	Embalado de pallet			356.15						
11	Preparar material de siguiente pallet		8.65	122.74						
12	Colocar separador		4.12	12.49						
13	Preparar material de siguiente pallet		8.65	119.61						
14	Colocar separador		4.12	15.61						
15	Espera de paletizado			124.10						
16	Colocar separador		4.12	12.87						
17	Espera de paletizado			99.14						
18	Colocar separador		4.12	14.27						
19	Espera de paletizado			107.80						
20	Colocar separador		4.12	12.05						
21	Espera de paletizado			84.09						
22	Colocar separador		4.12	17.47						
23	Paletizado manual			122.66						
24	Colocar separador		4.12	13.64						
25	Paletizado manual			151.09						
26	Colocar separador		4.12	12.74						
27	Paletizado manual			111.95						
28	Paletizado manual			115.89						
29	Paletizado manual			165.96						
30	Paletizado manual			116.93						
31	Paletizado manual			117.35						
32	Paletizado manual			123.50						
33	Paletizado manual			138.69						
34	Colocar separador		4.12	16.35						
35	Paletizado manual			144.36						
36	Colocar separador		4.12	13.96						
37	Paletizado manual			167.96						
38	Paletizado manual			128.27						
39	Paletizado manual			125.22						
TOTAL			92.28	3630.15						






Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.7. Resumen de cursogramas del sistema propuesto

Tomando como referencia la teoría subscrita en el capítulo N°2 sobre los principios de la economía de movimientos, se planteó un procedimiento mediante el cual, con el ingreso de una persona adicional a la línea de producción SIDEL SBO10 y asignando actividades específicas y claramente definidas para cada operario, se logró reducir el tiempo en que se toma una persona en armar un pallet de envase PET y también la distancia en la que éstos se trasladan durante su jornada laboral. Estos cursogramas pueden observarse en los anexos adjuntos del presente estudio.

Usando el sistema de paletizado propuesto, se elimina la actividad de traslado hacia el almacén de envase PET, logrando reducir la distancia recorrida en 46.73% respecto al sistema utilizado antes del desarrollo de la presente investigación.

Tabla 4.16 Resumen de cursograma. PROPUESTA

Descripción	Operario N°1	Operario N°2	Operario N°3	Operario N°4	Operario N°5	Operario N°6
Operación 	16	15	16	15	15	14
Transporte 	13	21	15	18	12	18
Espera 	4	7	5	8	5	7
Inspección 	0	0	0	0	0	0
Almacenamiento 	0	0	0	0	0	0
Distancia recorrida (mt)	71.68	104.64	79.92	92.28	63.03	92.28
Tiempo (minutos)	3658.98	3675.69	3593.83	3635.98	3657.66	3630.15

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la comparación con la Figura 4.1 Oportunidades identificadas para reducción de tiempos, se puede observar la reducción de tiempos durante el proceso de paletizado aplicando los principios del estudio de movimientos y de la economía de movimientos, tal como se aprecia a continuación:

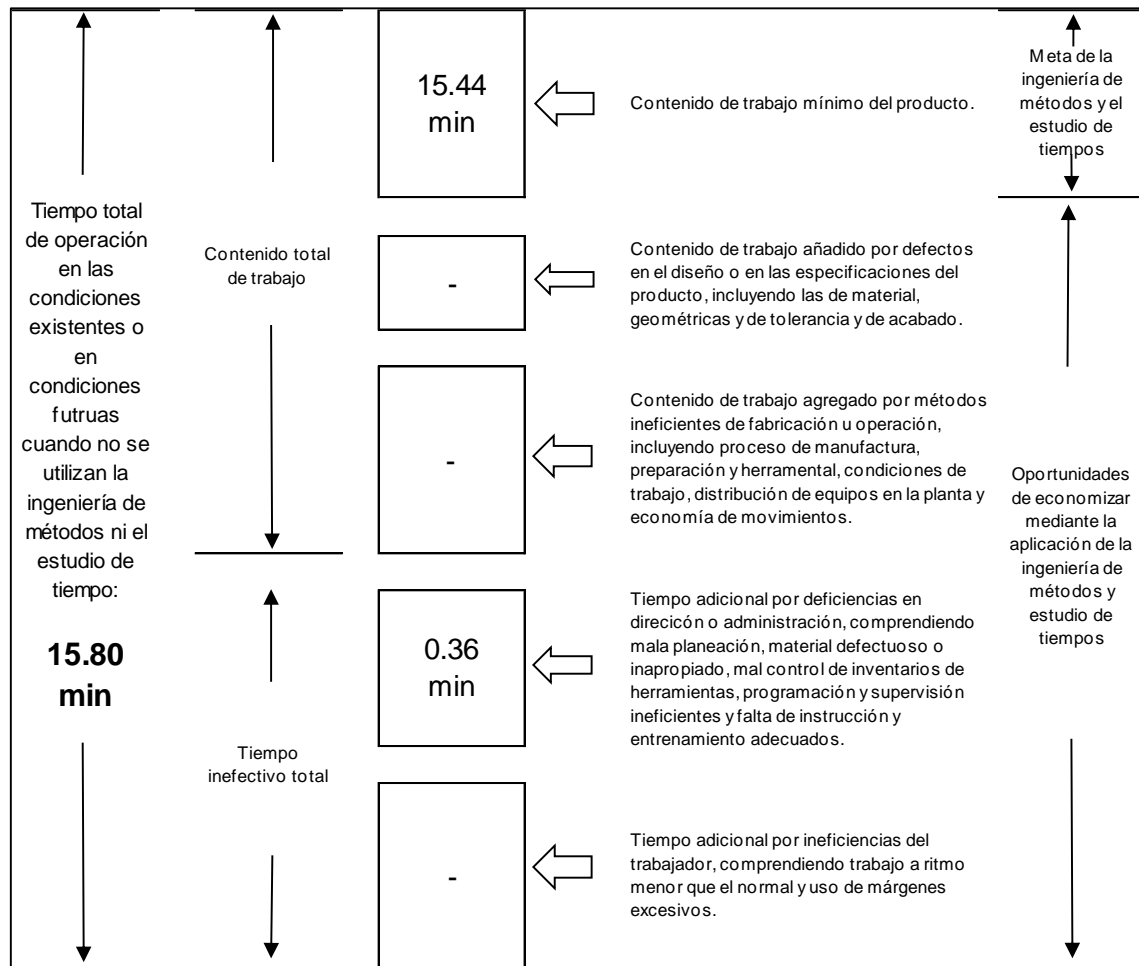


Figura 4.6 Aplicación de estudio de movimientos

Fuente: Elaboración propia

Se identifica que se utiliza 15.44 minutos como tiempo de trabajo mínimo para realizar el armado de un pallet de botella PET, lo cual implica realizar la actividad propia de colocar las botellas PET por niveles en un pallet.

Se determina que no se tiene minutos adicionales por defectos en el diseño o en las especificaciones del producto.

Luego de aplicado el estudio de movimientos se tiene 0.36 minutos por tener métodos ineficientes al realizar la operación de paletizado.

Finalmente, se distingue que debido a las capacitaciones, entrenamientos y arreglos de herramientas de trabajo no se cuenta con minutos perdidos por deficiencias del trabajador.

4.2.3.8. Indicadores de Línea SIDEL SBO10. Sistema propuesto

Se puede observar que los operarios en promedio toman 15.80 minutos para realizar el armado de un pallet de envase, además durante este tiempo se producen en la sopladora en promedio 5761 botellas en promedio, lo cual equivale a un tiempo productivo de 15.36 minutos.

Por ello se puede determinar que la productividad promedio durante el tiempo cronometrado se obtiene de la operación:

$$Productividad = \left(\frac{Tiempo\ de\ producción}{Tiempo\ armado\ de\ pallet} \right) * 100 = \left(\frac{15.36}{15.80} \right) * 100 = 97.25\%$$

Tabla 4.17 Indicadores del sistema propuesto

INDICADORES	Operario N° 01	Operario N° 02	Operario N° 03	Operario N° 04	Operario N° 05	Operario N° 06	PROMEDIO
BOTELLAS SOPLADAS	5761	6643	5460	5439	4858	6405	5761
TIEMPO PRODUCCIÓN (min)	15.36	17.71	14.56	14.50	12.95	17.08	15.36
TIEMPO ARMADO DE UN PALLET (min)	15.74	18.61	14.78	14.81	13.31	17.53	15.80
PRODUCTIVIDAD	97.59%	95.18%	98.49%	97.96%	97.34%	97.44%	97.25%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.9. Comparación Sistema Actual – Sistema Propuesto

La productividad de la Línea SIDEL SBO10 aumenta significativamente, usando el sistema propuesto en promedio en 26.66%.

Tabla 4.18 Sistema Actual vs Sistema Propuesto

Operarios	SISTEMA ACTUAL		SISTEMA PROPUESTO	
	Tiempo para armar un pallet	Productividad	Tiempo para armar un pallet	Productividad
Operario N° 01	22.51	60.78%	15.74	97.59%
Operario N° 02	22.37	71.94%	18.61	95.18%
Operario N° 03	25.68	79.17%	14.78	98.49%
Operario N° 04	26.83	79.65%	14.81	97.96%
Operario N° 05	22.60	79.62%	13.31	97.34%
Operario N° 06	N.A.	N.A.	17.53	97.44%
PROMEDIO	24.00	74.23%	15.80	97.25%

Fuente: Elaboración propia.

Teóricamente, la máquina sopladora tiene una velocidad de **6.25 botellas por segundo**. El proceso de paletizado del sistema propuesto consta de 03 auxiliares de línea ubicados en la mesa de paletizado y 03 auxiliares de línea preparados para colocar separadores y realizar el retiro del pallet armado. La velocidad promedio del paletizado en Planta Sullana con el sistema propuesto es de **5.83 botellas por segundo**.

En la tabla N° 4.19 podemos observar el tiempo de trabajo de la sopladora SIDEL SBO10 versus el tiempo de trabajo del paletizado manual. Se puede observar que mientras el paletizado trabaja durante el total de la hora que se muestreó, la sopladora tuvo tiempo productivo de 93.28%.

Tabla 4.19 SBO10-Paletizado. PROPUESTA

Diagrama N°:	2 - 06/02/18			ACTUAL	PROPUESTO
Producto:	Envase 500mL Cristal		T. Trabajo		
Proceso:	Soplado y Paletizado de envase 500mL		Sopladora	40	56
Máquina:	SIDEL SBO10		Paletizado	60	60
Operario:	Wilmer Herrera		Productividad		
Compuesto por:	Arnold Gonzales		Sopladora	66.67%	93.33%
Revisado por	Victor Crisanto Palacios		Paletizado	100.00%	100.00%
MINUTO	SOPLADORA SIDEL SBO10	PALETIZADO	MINUTO	SOPLADORA SIDEL SBO10	PALETIZADO
1			31		
2			32		
3			33		
4			34		
5			35		
6			36		
7			37		
8			38		
9			39		
10			40		
11			41		
12			42		
13			43		
14			44		
15			45		
16			46		
17			47		
18			48		
19			49		
20			50		
21			51		
22			52		
23			53		
24			54		
25			55		
26			56		
27			57		
28			58		
29			59		
30			60		

 TIEMPO PRODUCTIVO

TIEMPO IMPRODUCTIVO

Fuente: Elaboración propia.

4.3. ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PALETIZADO EN LA LÍNEA SIDEL SBO10

Rememorando las bases teórico científicas del capítulo N°2 sobre las Holguras y Suplementos para hallar el tiempo estándar de las actividades y utilizando la tabla N° 2.4 Holguras y Suplementos, se realiza el estudio obteniendo una holgura de 16% para el tiempo de armado de un pallet, tal como se muestra en la tabla N° 4.9.

Por tanto, utilizando la fórmula de la Figura N° 2.5 para el cálculo del Tiempo Estándar se obtiene un tiempo estándar de armado de pallet de 18.33 minutos.

Tabla 4.20 Tiempo Estándar del sistema de paletizado

Tiempo para armar un pallet		
Observación	Tiempo Normal (min)	Tiempo Estándar (min)
N° 01	15.74	18.26
N° 02	18.61	21.59
N° 03	14.78	17.15
N° 04	14.81	17.17
N° 05	13.31	15.44
N° 06	17.53	20.33
PROMEDIO	15.80	18.33

Fuente: Elaboración propia

$$T.Estandar = T.Normal * (1 + Holgura)$$

$$T.Estandar = 15.80 * (1 + 16\%)$$

$$T.Estandar = 18.33 \text{ minutos}$$

Tabla 4.21 Holguras en SBO10

Detalle	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Holguras Constantes		
1. Holgura personal	5%	5%
2. Holgura por fatiga básica	4%	4%
Holguras variables		
1. Holgura por estar parado	2%	2%
2. Holgura por posición anormal		
a) Un poco incómoda	0%	2%
b) Incómoda (flexionado)	2%	
c) Muy incómoda (acostado, estirado)	7%	
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastar o empujar)		
Peso levantado (lb)		0%
5	0%	
10	1%	
15	2%	
20	3%	
25	4%	
30	5%	
35	7%	
40	9%	
45	11%	
50	13%	
60	17%	
70	22%	
4. Mala iluminación		
a) Un poco debajo de lo recomendado	0%	0%
b) Bastante debajo de lo recomendado	2%	
c) Muy inadecuada	5%	
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	0% - 100%	2%
6. Atención cercana		
a) Trabajo bastante fino	0%	0%
b) Trabajo fino o exacto	2%	
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5%	
7. Nivel de ruido		
a) Continuo	0%	0%
b) Intermitente fuerte	2%	
c) Intermitente muy fuerte	5%	
8. Esfuerzo mental		
a) Proceso bastante complejo	1%	1%
b) Espacio de atención compleja o amplia	4%	
c) Muy complejo	8%	
9. Monotonía		
a) Baja	0%	0%
b) Media	1%	
c) Alta	4%	
10. Tedio		
a) Algo tedioso	0%	0%
b) Tedioso	2%	
c) Muy tedioso	5%	
TOTAL		16%

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- 1.- De acuerdo a los resultados de la presente investigación, se puede afirmar que los factores más importantes que causan retrasos son: falta de habilidad y entrenamiento para realizar la labor de paletizado, indisponibilidad de herramientas necesarias para realizar las actividades con fluidez y la carencia de procedimientos operacionales estandarizados para la ejecución de actividades.
- 2.- Se puede constatar que, utilizando los principios de la economía de movimientos en la presente investigación, se logró reducir el tiempo que le tomaba a un operario armar un pallet de envase PET (24 minutos promedio) en un 34.17% del valor obtenido antes del desarrollo del presente estudio, valor actual es de 15.80 minutos promedio.
- 3.- La productividad de la línea SIDEL SBO10 incrementó después de la aplicación del presente estudio. Se tenía un valor de 66.67%, luego de aplicar los conocimientos de la ingeniería de movimientos se obtuvo 93.33%, aumentando significativamente la productividad de esta línea de producción.
- 4.- Se estandarizó el proceso de paletizado de botellas PET, creando un procedimiento estándar de paletizado y obteniendo una holgura de 16% y un tiempo estándar para el armado de un pallet de envase PET de 18.33 minutos.

RECOMENDACIONES

- 1.- Realizar un estudio de costo-beneficio para evaluar la posibilidad de instalar la sopladora SIDEL SBO10 dentro de las líneas de embotellado PET, dando paso directo e inmediato al proceso de embotellado luego del proceso de soplado.
- 2.- Realizar un estudio de costo-beneficio para evaluar la posibilidad de instalar un robot paletizador con sistemas electrónicos, neumáticos, eléctricos o mecánicos y que tenga mayor o igual capacidad que la sopladora SIDEL SBO10.
- 3.- Fomentar la aplicación de estudios ergonómicos en la línea SIDEL SBO10, ya que su uso beneficia la productividad y mejora el ambiente laboral de los puestos de trabajo, a partir de adaptar las herramientas, los equipos y las condiciones de trabajo hacia las características físicas y psicológicas del trabajador o usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, D. (2012). *Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructura de mototaxis aplicando la metodología 5's e ingeniería de métodos*. Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima. Perú
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA INFORMÁTICA. (2013). *Producción de la industria de productos alimenticios y bebidas*. Recuperado de: m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/Cap15008.xlsx
- KANAWATY, G. (1998). *Introducción al estudio de trabajo*. Lugar: Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra, Suiza.
- LLANGARI, N. y GONZAGA, C. (2011). *Implementación de un sistema de paletizado para acoplar a la línea de envasado de líquidos del laboratorio de automatización industrial utilizando PLC TWIDO para su programación*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Ecuador
- MARQUEZ R. (2008). *Mejoramiento de la producción en una planta productora de preformas y envases de PET*. Tesis de grado, Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil. Ecuador.
- MEYERS, F. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil*. Lugar: PEARSON EDUCATION, México.
- MORES, O. y VILCA, L. (2011) *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H&N – Ecuador*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi.
- NIEBEL, B. Y FREIVALDS, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del Trabajo*. Lugar: Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México.

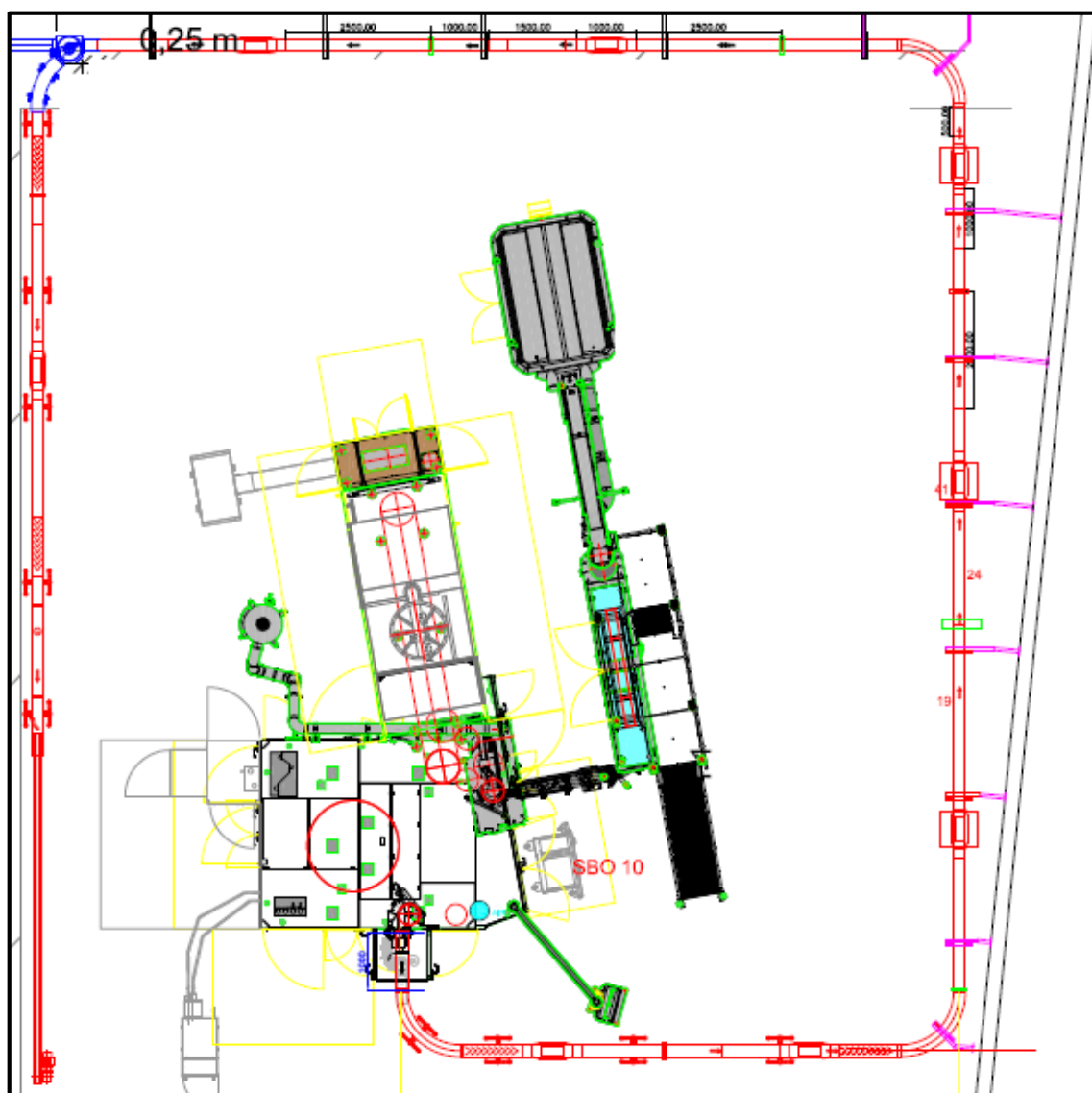
PALACIOS, K. (2016). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la línea de producción de mango en la agroexportadora SUNSHINE EXPORT S.A.C.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Piura. Perú.

THE CENTRAL AMERICA BOTTLING CORPORATION. (2017). *Nuestra Historia*. Recuperado de: cbc.co/nuestra-historia/

ANEXOS

ANEXO N°1

MAPA DE LÍNEA SIDEL SBO10













ANEXO N°2
SOPLADORA DE BOTELLA SIDEL SOBO10 MATRIX



ANEXO N°3

CURSOGRAMA ANALÍTICO

CURSOGRAMA ANALÍTICO: OPERARIO - MATERIAL - EQUIPO											
Diagrama #		Hoja #	RESUMEN								
Objeto:			ACTIVIDAD				ACTUAL		PROPUESTA		
			Operación 								
			Transporte 								
Actividad:			Espera 								
			Inspección 								
			Almacenamiento 								
Método:			Distancia (m)								
Lugar:			Tiempo (min - hombre)								
Compuesto:		Fecha:	TOTAL								
Aprobado por		Fecha:									
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
TOTAL											

ANEXO N°4

ORDEN DE MANTENIMIENTO: REVISIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE TRANSPALETA HIDRÁULICA

Planta	cbc	Sullana	N° De orden de trabajo :	20013159				
Tipo de OT		Mejora de procesos	N° de Aviso	120002724				
Texto breve de la OT		Revisión y puesta en marcha de transpaleta hidráulica	Ubicación/Línea	SOPLADORA SIDEL SBO10				
Paro de producción		SI		*				
Fecha de Realización		3/11/2017	Hora de Realización	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Inicio</td> <td style="width: 50%;">Fin</td> </tr> <tr> <td>14:00</td> <td>15:00</td> </tr> </table>	Inicio	Fin	14:00	15:00
Inicio	Fin							
14:00	15:00							
Prioridad		A						

Descripción del Equipo SOPLADORA SBO10	Nombre del Sub-Equipo TRANSPALETA HIDRÁULICA	Código PE-01-0565
Puesto de trabajo Técnico Mecánico	Apellidos, Nombres ORDINOLA QUEVEDO ANDY ROGER	Código del empleado 600327
		Tiempo Asignado (min) 60

Procedimiento (Para efectuar el trabajo, comentarios, sugerencias, razon de la falla)

REVISIÓN DE TRANSPALETA HIDRÁULICA NUEVA PARA ENTREGA A PALETIZADORES DE SIDEL SBO10

Código del repuesto	Nombre del repuesto	Cantidad usada

Reporte Ejecutante	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo Real : 15 min
	03/11/17	13:30	14:45	

Se recibe transpaleta hidráulica de proveedor "MALVEX"
 Se revisa ruedas, pistón del brazo de subida y bajada
 y estabilidad del equipo. Queda conforme.

Herramientas a usar:	Muleta Básica
----------------------	---------------

Indicaciones Obligatorias:

- ☐ Tomar las medidas necesarias y obligatorias de seguridad (Permiso trabajo , ARO, Bloqueo de energía ,) y uso obligatorio de su equipo de
- ☐ Los residuos sólidos comunes , peligrosos u otros subproductos generados durante la ejecución del trabajo deben disponerse; respetando la
- ☐ Realizar el conteo al inicio y final del trabajo de las herramientas y materiales usados durante la ejecución del trabajo.
- ☐ Dejar limpia y ordenada el área de trabajo (Aplicando las 5S)

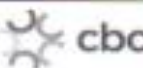
Coproductor Coord. de Mantenimiento	EJECUTANTE Andy Ordinola Técnico	Acepte Técnico Coord. de Producción
--	--	--

ANEXO N°5
NUEVA TRANSPALETA HIDRÁULICA



ANEXO N°6

ORDEN DE MANTENIMIENTO: CONFECCIÓN DE PEINES DE PALETIZADO

Planta		Suliana	N° De orden de trabajo :	20013136
Tipo de OT		Módulo de procesos	N° de Activo	120002784
Texto breve de la OT		Confección de peines de paletizado 500 ml y 625 ml.	Ubicación/Línea	SOPLADORA SIOEL SIO10
Fase de producción		SI		
Fecha de Realización		23/10/2017	Hora de Realización	Inicio 07:00 Fin 15:00
Prioridad		A		

Descripción del Equipo	Nombre del Sub-Equipo	Código
SOPLADORA SIO10	PALETIZADO	

Puesto de trabajo	Apellidos, Nombres	Código del empleado	Tiempo Asignado (min)
Técnico Mecánico	ORDENILA QUEVEDO ANDY ROGER	000127	4.00

Precedente (Para efectuar el trabajo, competencias, sugerencias, razón de la falta)

FABRICACIÓN DE 03 PEINES DE PALETIZADO CON TUBO CUADRADO DE 2" DIAMETRO PARA FORMATO 500 ML.

FABRICACIÓN DE 03 PEINES DE PALETIZADO CON TUBO CUADRADO DE 2" DIAMETRO PARA FORMATO 625 ML.

TÉCNICO MECÁNICO ACOMPAÑADO DE OPERADOR DE SOPLADORA ROBERTO TINEO

Código del repuesto	Nombre del repuesto	Cantidad usada
1000356	Taladro perforador con broca de 15"	3
1000479	Moladora con disco de corte 4.5"	6
1001106	Tubo cuadrado 2" de diámetro	6 tubos de 10 mt

Reporta Ejecutante	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo Real :
	27/10/17	07:45	15:00	

Durante la semana se fabricó 6 peines de paletizado:

3 peines para formato 625 ml. 1.5 mt, 22 cavidades

3 peines para formato 500 ml. 1.5 mt, 21 cavidades

Operador Roberto Tineo puso y abrió peines

Herramientas a usar:	Moladora eléctrica		
----------------------	--------------------	--	--

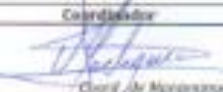


Indicaciones Obligatorias:

☐ Tomar las medidas necesarias y obligatorias de seguridad (Permiso trabajo, ARO, Bloques de energía,) y uso obligatorio de su equipo de

☐ Los residuos sólidos comunes, peligrosos o otros subproductos generados durante la ejecución del trabajo deben disponerse, respetando la

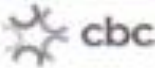



☐ Realizar el control al inicio y final del trabajo de las herramientas y materiales usados durante la ejecución del trabajo.

☐ Dejar limpio y ordenada el área de trabajo (Aplicando las 5S)

Coordinador	EJECUTANTE	Acepta Técnico
		
Coord. de Mantenimiento	Técnico	Coord. de Producción

ANEXO N°7

ORDEN DE MANTENIMIENTO: CAMBIO DE GUÍAS DE BOTELLA

Planta		Sistema	N° De orden de trabajo :	00018237
Tipo de OT		Mapa de procesos	N° de Avión	128892785
Texto breve de la OT		Cambio de guías de cañón de botella	Ubicación/Línea	SOPLADORA SIDEL 800 U
Peso de preferencia		3		
Fecha de Realización	27/11/2017	Hora de Realización	Inicio	15:00
Prioridad	A			
Descripción del Equipo		Nombre del Sub-Grupo		Código
SOPLADORA 800 U		TRANSPORTADORA NEUMÁTICA		PE-CI-0163
Puesto de trabajo	Apellidos, Nombres		Código del empleado	Tiempo Asignado (min)
Técnico Mecánico	TRELLES SILVA JOSE LEIS		400875	420
Procedimiento (Para ejecutar el trabajo, comentarios, sugerencias, causas de la falla)				
ACOMPANIAMIENTO A PROVEEDOR "REMAEL" PARA CAMBIO DE CAÑON DE BUELO DE BOTELLA.				
ACTUALMENTE BOTELLA SE TRABAJA EN NEUMÁTICO GENERANDO PARADAS DE LÍNEA				
Código del repuesto	Nombre del repuesto		Cantidad usada	
Reporte Ejecutor	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo Real :
	27.11.2017	08:30	14:40	
<p>En acompañamiento con técnico de REMAEL se realiza cambio de guías de acompañamiento de botella en trp. neumático</p>				
Herramientas a usar:	Módulo eléctrico			
Indicaciones Obligatorias:				
<input type="checkbox"/> Tomar las medidas necesarias y obligatorias de seguridad (Portar casco, ARO, Bloqueo de energía,) y uso obligatorio de su equipo de				
<input type="checkbox"/> Los cuidadosos y sólidos nombres, peligrosos o otros subproductos generados durante la ejecución del trabajo deben eliminarse; respetando lo				
<input type="checkbox"/> Realizar el control al inicio y final del trabajo de las herramientas y materiales usados durante la ejecución del trabajo.				
<input type="checkbox"/> Dejar limpia y ordenada el área de trabajo (Aplicando las 5S)				
Coordinador	Ejecutante		Atestador Técnico	
	José Trelles 			
Cord. de Mantenimiento	Técnico		Coord. de Producción	




ANEXO N°8

ORDEN DE MANTENIMIENTO: INSTALACIÓN MECÁNICA DE ENFARDADORA SBO10

Planta		Valor	N° de orden de trabajo	10012888
Tipo de OT		Méjora de procesos	N° de Anio	120062400
Texto breve de la OT		Instalación de embudo de SBO10	Ubicación/Línea	SEPLADORA SDEL SBO10
Pais de producción		U		
Fecha de Realización	11/11/2017	Hora de Realización	Inicio	Fin
Prioridad	A		07:30	15:30
Descripción del trabajo	SEPLADORA SBO10		Nombre del Sub-Equipo	Código
Puesto de trabajo	Técnico Mecánico		PALETTIZADO	PR-01-0001
Apellido, Nombre	TRELLES SILVA JOSE LUIS		Código del empleado	Tiempo Asignado (min)
			000375	420
Procedimiento (Para efectuar el trabajo, comentarios, sugerencias, razón de la falla)				
ACOMPANIAMIENTO A PROVEEDOR "ITS" EN INSTALACION ELÉCTRICA Y MECÁNICA DE ENFARDADORA DE PALLETS SDEL SBO10				
Código del repuesto	Nombre del repuesto		Cantidad usada	
Reporte Operativo	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo Real
	13.11.2017	07:15	14:00	
Se realiza armado de estructura Disco y columna central de embudadora para septadora SB 010.				
Recomendaciones o alertas	Palabra clave			
Indicaciones Obligatorias:				
<input type="checkbox"/> Tomar las medidas necesarias y obligatorias de seguridad (Permisos trabajo, AEO, Bloqueo de energía,) y uso obligatorio de su equipo de				
<input type="checkbox"/> Los residuos sólidos comunes, peligrosos o otros subproductos generados durante la ejecución del trabajo deben depositarse, respetando la				
<input type="checkbox"/> Realizar el control al inicio y final del trabajo de los herramientas y materiales usados durante la ejecución del trabajo.				
<input type="checkbox"/> Dejar limpia y ordenada el área de trabajo (Aplicando las 5S)				
Coordinador	EJECUTANTE		Alcance Técnico	
	Jose' Trelles 			
Coord. de Mantenimiento	Técnico		Coord. de Producción	

ANEXO N°9

ORDEN DE MANTENIMIENTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ENFARDADORA SBO10

Planta		Industria	N° De orden de trabajo :	13012887
Tipo de OT		Módulo de procesos	N° de Activo	120003466
Texto breve de la OT		Instalación de enfardadora SBO 10	Ubicación/Línea	SOPLADORA NORL SBO10
Para de producción		SI		
Fecha de Realización	15/11/2017	Hora de Realización	Inicio	Fin
Prioridad	A		07:00	15:45
Descripción del Equipo		Nombre del Sub-Equipo		Código
SOPLADORA SBO10		PALETIZADO		PS-01-0025
Puesto de trabajo	Apellidos, Nombres		Código del empleado	Tiempo Asignado (min)
Técnico Eléctrico	MONTAÑA DAVID RAÚL CISAR EDUARDO		600212	450
Procedimiento (Para efectuar el trabajo, comentarios, sugerencias, causas de la falla)				
ACOMPANIAMIENTO A PROVEEDOR "TTS" EN INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y MECÁNICA DE EMPACADORA DE PALLETS NORL SBO10				
Código del repuesto	Nombre del repuesto			Cantidad usada
				1
Reporte Ejecutor	Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo Real :
<p>Se revisó alimentación eléctrica 220V para enfardadora antes de la instalación y durante puesta en marcha del equipo. Además se dejó probando sensores de seguridad de puertas. Puesta en marcha del equipo OK</p>				
Herramientas a usar	Herramienta	Indicador digital		
Indicaciones Obligatorias:				
<input type="checkbox"/> Tener las medidas necesarias y obligatorias de seguridad (Permiso trabajo, AED, bloqueo de energía,) y una obligatoria de su equipo de				
<input type="checkbox"/> Los residuos sólidos extraños, peligrosos u otros subproductos generados durante la ejecución del trabajo deben eliminarse respetando la				
<input type="checkbox"/> Mantener el orden al inicio y final del trabajo de las herramientas y materiales usados durante la ejecución del trabajo.				
<input type="checkbox"/> Dejar limpia y ordenada el área de trabajo (Aplicando las 5S)				
Supervisor	Ocupante		Firma Técnico	
	Cesar Montaña Saavedra			
Coord. de Mantenimiento			Coord. de Producción	


ANEXO N°10

NUEVA ENFARDADORA DE BOTELLAS PARA SIDEL SBO10



ANEXO N°11

PROCEDIMIENTO DE PALETIZADO EN SIDEL SBO10

	PROCEDIMIENTO DE PALETIZADO EN LÍNEA SIDEL SBO10	Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011
		Vigente a partir de Setiembre de 2017

1. OBJETIVO:

Estandarizar las actividades y tiempos a realizar al durante el paletizado de botellas PET en la Línea de soplado SIDEL SBO10, para aumentar la productividad de la línea, cuidando la integridad física de los operadores y las buenas prácticas de fabricación.

2. ALCANCE:

El procedimiento aplica para los auxiliares de paletizado y operadores de soplado del área de Manufactura de CBC PLANTA SULLANA.

3. RESPONSABILIDAD:

Operador de Sopladora:

Participar en el cumplimiento del procedimiento para monitorear resultados, notificarlos en sistema SAP, analizar botellas PET y contribuir en el paletizado de la sopladora SIDEL SBO10 para garantizar resultados eficientes y sostenibles.

Auxiliar de paletizado:


Participar en el cumplimiento del procedimiento, realizar las actividades y tiempos establecidos, comunicar oportunidades de mejora y contribuir en el paletizado de la sopladora SIDEL SBO10 para garantizar resultados eficientes y sostenibles.

Jefe/Coordinador de Producción:

Capacitar al personal a su cargo tanto operadores como auxiliares, velar por el cumplimiento del procedimiento por parte del equipo. Monitorear resultados y continuar encontrando oportunidades para garantizar la mejora continua del proceso.

Gerente Fábrica:

Validar los instructivos de manual operativo de cada equipo. Velar por la actualización ya sea por modificaciones del proceso, cambios de equipos, equipos nuevos o por revisión anual del instructivo.

	PROCEDIMIENTO DE PALETIZADO EN LÍNEA SIDEL SBO10	Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011
		Vigente a partir de Setiembre de 2017

4. CONTENIDO DEL INSTRUCTIVO:

4.1 RECURSOS NECESARIOS:

EPP NECESARIOS	CALIDAD	MATERIALES NECESARIOS
<ul style="list-style-type: none"> - Protector auricular. - Zapatos de Seguridad. - Uniforme de reflectivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Toca. - Tapaboca. - Guantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Peines de paletizado Parihuelas Separadores Transpalleta

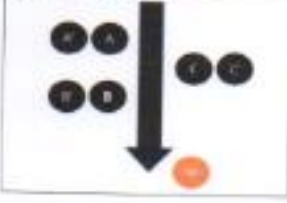

4.2 PROCEDIMIENTO:



**PROCEDIMIENTO DE
PALETIZADO EN LÍNEA SIDEL
SBO10**

Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011

Vigente a partir de Setiembre de 2017

PASO	QUÉ HACER	CÓMO HACER	RESULTADO
1	Verificar y preparar material de paletizado	Colocar peines de paletizado, separadores y parihuelas en puesto de trabajo marcado y rotulado en línea SIDEL SBO10.	Tener material de paletizado listo para iniciar actividades productivas.
2	Ingreso a paletizado de línea SIDEL SBO10: - Personal de paletizado asignados son 05 auxiliares de paletizado más 01 adicional que se obtendrá de la línea SIDEL SBO04. - Operador de sopladom.	Verificar rotación diaria de personal publicada en oficina de coordinación. Personal adicional que entra a línea SIDEL SBO10, desde la línea SBO04 será rotativo cada 30 minutos y le corresponde a quien esté libre del paletizado en esta última línea.	Personal dentro de la línea SIDEL SBO10: 06 auxiliares de paletizado, además de 01 operador de sopladora.
3	Distribución en puesto de trabajo.	Se distribuirán en 03 parejas por puesto de paletizado según cuadro: Auxiliar A – Auxiliar A' Auxiliar B – Auxiliar B' Auxiliar C – Auxiliar C' Operador de soplado 	Personal en puestos de trabajo definidos y ordenados.
4	Rotación diaria en puestos de trabajo	Personal ingresará a puesto de trabajo según ejemplo en rotación adjunta: 	Ingreso a relevos sin generar pérdida de tiempo por falta de organización.



**PROCEDIMIENTO DE
PALETIZADO EN LÍNEA SIDEL
SBO10**

Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011

Vigente a partir de Setiembre de 2017

5	Actividades de Auxiliar de Paletizado A	<ul style="list-style-type: none">- Usar peine de paletizado para retirar botellas de mesa de paletizado y colocarlas en parihuela para armado de pallet.- Con la finalidad de no detener el proceso de paletizado: Cuando termine armado de un piso, Auxiliar A' deberá poner separador. Cuando termine armado de un pallet, se pasará a siguiente parihuela preparada por Auxiliar A'.- Luego de 30min rotar a puesto de Auxiliar A'.	Productividad de línea SIDEL SBO10 \geq 93.33%
6	Actividades de Auxiliar de Paletizado A'	<ul style="list-style-type: none">- Permanecer atento para colocar separador cuando Auxiliar A termine armado de 01 piso.- Preparar parihuela para que Auxiliar A reinicie armado de siguiente pallet, sin detener el proceso de paletizado.- Realizar el embalado del pallet armado por Auxiliar A. En caso de que se encuentre embalando pallet, Auxiliar B' cubrirá actividades de colocar separadores y parihuela.- Luego de 30min rotar a puesto de Auxiliar A.	Productividad de línea SIDEL SBO10 \geq 93.33%



**PROCEDIMIENTO DE
PALETIZADO EN LÍNEA SIDEI
SBO10**

Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011

Vigente a partir de Setiembre de 2017

7	Actividades de Auxiliar de Paletizado B	<ul style="list-style-type: none">- Usar peine de paletizado para retirar botellas de mesa de paletizado y colocarlas en parihuela para armado de pallet.- Con la finalidad de no detener el proceso de paletizado: Cuando termine armado de un piso, Auxiliar B' deberá poner separador. Cuando termine armado de un pallet, se pasará a siguiente parihuela preparada por Auxiliar B'.- Luego de 30min rotar a puesto de Auxiliar B'.	Productividad de línea SIDEI SBO10 \geq 93.33%
8	Actividades de Auxiliar de Paletizado B'	<ul style="list-style-type: none">- Permanecer atento para colocar separador cuando Auxiliar B termine armado de 01 piso.- Preparar parihuela para que Auxiliar B reinicie armado de siguiente pallet, sin detener el proceso de paletizado.- Realizar el embalado del pallet armado por Auxiliar B. En caso de que se encuentre embalando pallet, Auxiliar A' cubrirá actividades de colocar separadores y parihuela.- Luego de 30min rotar a puesto de Auxiliar B.	Productividad de línea SIDEI SBO10 \geq 93.33%



**PROCEDIMIENTO DE
PALETIZADO EN LÍNEA SIDEL
SBO10**

Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011

Vigente a partir de Setiembre de 2017

9	Actividades de Auxiliar de Paletizado C	<ul style="list-style-type: none">- Usar peine de paletizado para retirar botellas de mesa de paletizado y colocarlas en parihuela para armado de pallet.- Con la finalidad de no detener el proceso de paletizado: Cuando termine armado de un piso, Auxiliar C° deberá poner separador. Cuando termine armado de un pallet, se pasará a siguiente parihuela preparada por Auxiliar C°.- Luego de 30min rotar a puesto de Auxiliar C°.	Productividad de línea SIDEL SBO10 \geq 93.33%
10	Actividades de Auxiliar de Paletizado C°	<ul style="list-style-type: none">- Permanecer atento para colocar separador cuando Auxiliar C termine armado de 01 piso.- Preparar parihuela para que Auxiliar C reinicie armado de siguiente pallet, sin detener el proceso de paletizado.- Realizar el embalado del pallet armado por Auxiliar C. En caso de que se encuentre embalando pallet, Auxiliar B° cubrirá actividades de colocar separadores y parihuela.- Luego de 30min rotar a puesto de Auxiliar C.	Productividad de línea SIDEL SBO10 \geq 93.33%
11	Operador de Sopladoreo	<ul style="list-style-type: none">- Realizar la ejecución de los análisis de calidad de la botella y las correcciones en caso de ser necesario.- Traslado de pallets embalados hacia almacén.- Velar por la ejecución del procedimiento en cada turno.	Productividad de línea SIDEL SBO10 \geq 93.33%



**PROCEDIMIENTO DE
PALETIZADO EN LÍNEA SIDEL
SBO10**

Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011

Vigente a partir de Setiembre de 2017

En el proceso de paletizado de la línea SIDEL SBO10 se identificó oportunidades en las que se pudo aplicar los principios del estudio de movimiento los cuales se detallan en las siguientes imágenes:

1. [ANTES] Cada vez que un operario de paletizado culmina de apilar un piso del pallet, se desplaza para colocar separador e iniciar paletizado de nuevo piso.



2. [AHORA] Se disponibilidad a nuevo colaborador para que coloque separador y evitar desplazamiento





**PROCEDIMIENTO DE
PALETIZADO EN LÍNEA SIDEL
SBO10**

Código: Fab-man-sop-cbc-proc-0011

Vigente a partir de Setiembre de 2017

3. [ANTES] Al culminar armado de pallet completo, colaborador debe retirar pallet de su posición, trasladarse a reponer parihuela y separadores para luego poder reiniciar paletizado



4. [AHORA] Antes de culminar paletizado, nuevo colaborador debe preparar parihuela y separadores. Además, él se encargará de retirar pallet ya armado.



ANEXO 12

PERSONAL ENTRENADO EN NUEVO PROCEDIMIENTO DE PALETIZADO



Registro de Asistencia



Actividad: Entrenamiento en el uso de paletas

Ubicación: Área de Manejo de Materiales

Tipo de evento: ☒ Interno ☐ Externo ☐ Otro

Periodo de registro: 01/01/2019 - 31/12/2019

Fecha: 01/01/2019

1. Objetivo principal: Aumentar la productividad de la línea BOM, BOMCO a través de la mejora del proceso de paletizado.

2. Muestra de resultados: Diagrama de flujo, Diagrama de flujo, Diagrama de flujo y principales procedimientos de mejora.

3. Plan de acción para la mejora de la productividad en BOMCO BOMCO.

4. Anexo: Procedimiento de paletizado en BOMCO BOMCO.

5. Muestra de indicadores, post implementación de mejora del proceso de paletizado.

Id	Nombre de Participante	Apellido	Edad	Sexo	Procedimiento
1	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
2	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
3	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
4	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
5	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
6	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
7	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
8	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
9	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
10	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
11	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
12	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
13	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
14	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
15	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
16	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
17	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
18	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
19	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
20	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
21	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
22	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
23	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
24	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
25	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
26	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
27	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
28	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
29	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO
30	ALBERTO ALBERTO ALBERTO	ALBERTO	25	M	PALETIZADO